

PowerQ und PowerQ ^{Plus}

MI 2492 und MI 2392

Benutzerhandbuch

Version 1.1, Code-Nr. 20 750 171



Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slowenien

Website: http://www.metrel.si
E-mail: metrel@metrel.si



Dieses Zeichen auf Ihrem Gerät zertifiziert, dass das Gerät die Anforderungen der EU (Europäischen Union) bezüglich Gerätebestimmungen zu Sicherheit und Störaussendung erfüllt.

Inhaltsverzeichnis

1 Power Q (MI 2492) und Power Q Plus (MI 2392)

Die Gerätereihe Power Q (PowerQ und PowerQ^{Plus}) besteht aus tragbaren Multifunktionsinstrumenten zur Messung und Analyse von Drehstromnetzen.

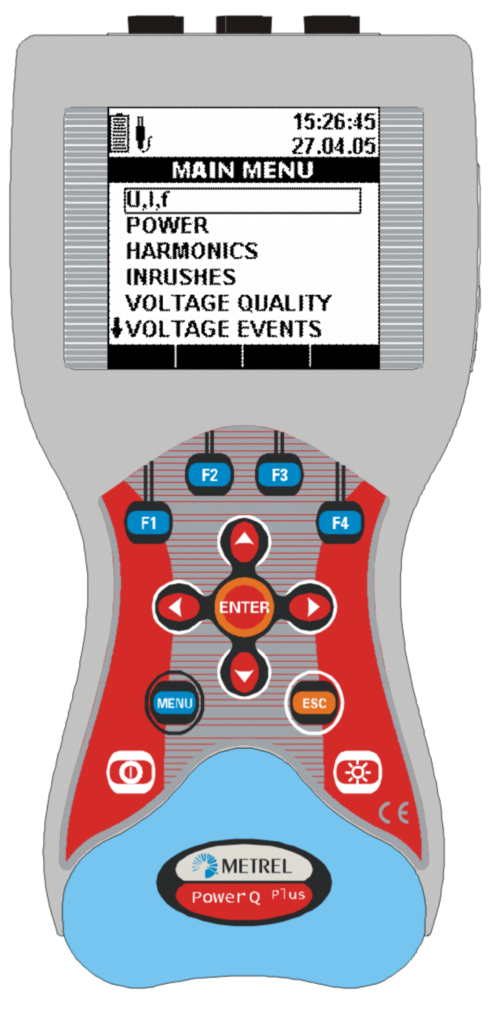


Abb 1.1. Gerät Power Q und Power Q ^{Plus}

1.1 Hauptfunktionen

- Umfassende Überwachung, Aufzeichnung und Analyse von Drehstrom-(3φ-)Netzen in Echtzeit.
- Breiter Funktionsumfang:
  - o Echte Effektivwert-Spannungs- und -Strommessung,
  - o Leistungs- (Watt, VAr and VA), Energie- und Leistungsfaktormessung,
  - o Phasendiagramm und Unsymmetrie,
  - o Oberschwingungsanalyse bis zur 50. Harmonischen
  - o Einschaltströme*,
  - o Spannungsereignisse*
  - o Netzqualitätsanalyse nach EN 50160 *.

*Nur Power Q ^{Plus}

- Kurvenmodus zur Anzeige von Wellenformen in Echtzeit
- Analyse der nichtlinearen Verzerrung von Strom und Spannung bis zur 50. Harmonischen
- Energieüberwachung und -analyse.
- Eingebaute wiederaufladbare Batterien.
- RS232- und USB-Schnittstellen zum Anschluss an einen PC.
- Windows-Software zur Datenanalyse und Steuerung des Geräts.
- Speicherabrufmodus zum Anzeigen gespeicherter Wellenformen.

1.2 SICHERHEITSBETRACHTUNGEN

Allgemeines

Zur Gewährleistung der Sicherheit des Bedieners beim Gebrauch der Gerätereihe Power Q und zur Verringerung der Gefahr, das Gerät zu beschädigen, beachten Sie bitte die folgenden allgemeinen Warnungen:



Das Messgerät wurde unter der Maßgabe größtmöglicher Sicherheit für den Anwender entwickelt. Eine andere Verwendung als in diesem Handbuch angegeben kann die Gefahr der Schädigung des Benutzers erhöhen!



Benutzen Sie das Messgerät und/oder Zubehör nicht, wenn Schäden sichtbar sind.



Das Gerät enthält keine durch den Kunden zu wartenden Teile. Nur ein zugelassener Händler kann Wartung und Justierung ausführen!



Es müssen alle normalen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um die Gefahr eines elektrischen Schlages bei der Arbeit an elektrischen Anlagen zu vermeiden!



Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör, welches Sie bei Ihrem Händler beziehen können!



Das Gerät enthält wiederaufladbare NiMH-Batterien. Die Batterien sollten nur durch denselben Typ ersetzt werden, wie er auf dem Batterieeinsatzschild oder in diesem Handbuch angegeben ist. Verwenden Sie keine Standardbatterien, während das Netzteil/Ladegerät angeschlossen ist, sonst könnten sie explodieren!



Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Vor dem Entfernen des Batteriefachdeckels nehmen Sie alle Prüfleitungen und die Netzversorgungsleitung ab und schalten Sie das Gerät ab.



Bei sehr langem Laden (>16 Std.) in heißer (40 °C) Umgebung kann die Schraube des Batteriehalters die maximale Berührungstemperatur für Metallteile erreichen. In einer solchen Umgebung ist zu empfehlen, den Batteriefachdeckel beim oder unmittelbar nach dem Laden nicht zu berühren.



Die maximale Spannung zwischen einer einzelnen Phase und dem Nullleiter beträgt 550 V_{eff} (wenn nur ein Phaseneingang benutzt wird). Die maximale Spannung zwischen Mehrphaseneingängen und dem Nullleiter beträgt 320 V_{eff} (Dreiphasennetz).

1.3 Anwendbare Normen

Die Gerätereihe Power Q wurde in Übereinstimmung mit folgenden Europäischen Normen entwickelt:

Sicherheit:
- **EN 61010-1 : 2001**

Elektromagnetische Verträglichkeit (Emission und Störfestigkeit):

- **EN 61326 : 2002**

Messungen gemäß den Europäischen Normen:

- **EN 61000-4-30 Klasse B : 2003**
- **EN 50160 : 1999***

*Nur Power Q Plus

2 Beschreibung

2.1 Vorderseite

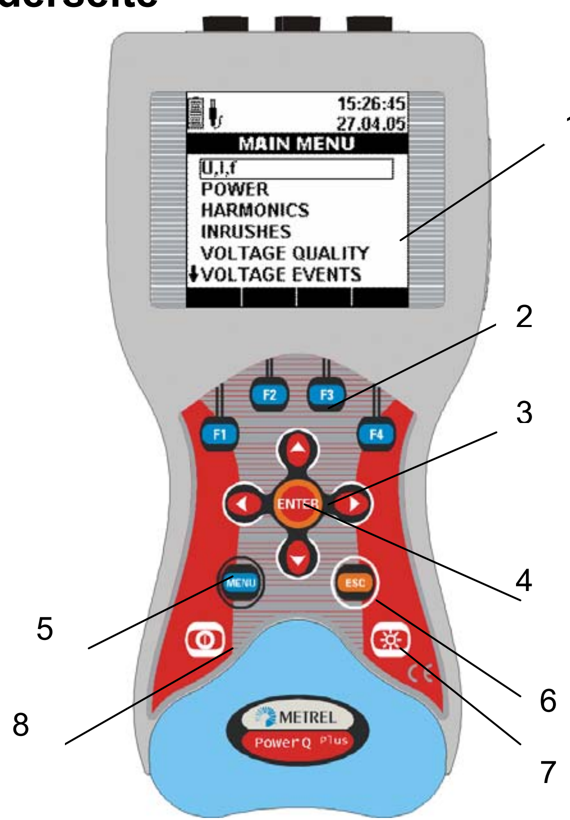
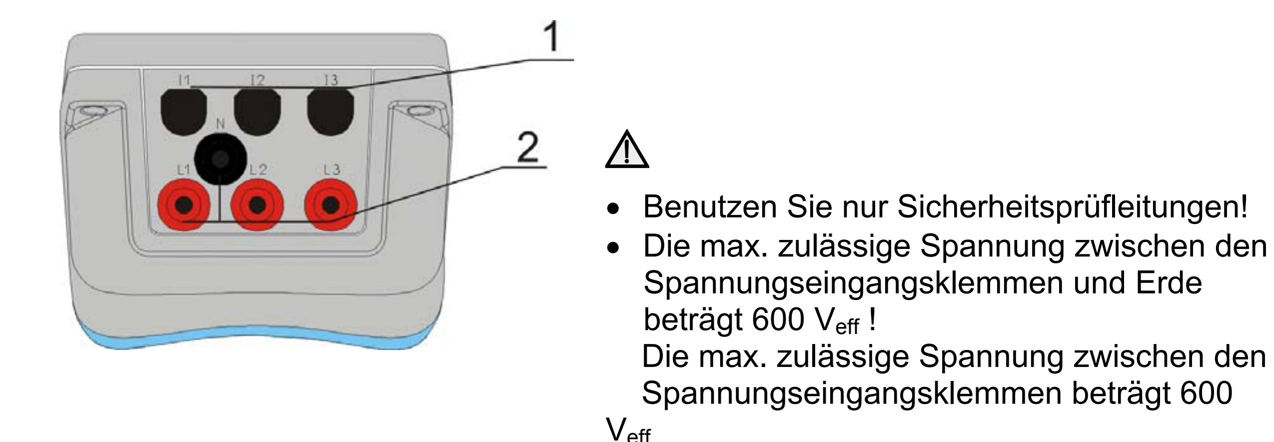


Abb. 2.1: Bedienfeld

Aufteilung der Bedienoberfläche:

1. LCD	Grafisches Display mit LED-Hinterleuchtung, 160 x 160 Pixel.
2. F1 – F4	Funktionstasten.
3. PFEIL-Tasten	Bewegen den Cursor und wählen Parameter aus.
4. ENTER-Taste	Bestätigt neue Einstellungen, startet den Aufzeichnungsvorgang.
5. MENU-Taste	Öffnet das Konfigurationsmenü.
6. ESC-Taste	Beendet einen Vorgang.
7. Taste BELEUCHTUNG	Schaltet die LCD-Hintergrundbeleuchtung ein/aus. (Die Hintergrundbeleuchtung schaltet sich automatisch nach 30 Sekunden aus, wenn keine Taste betätigt wird.) Wenn die Taste BELEUCHTUNG länger als 1,5 Sekunden gedrückt wird, erscheint das Menü KONTRAST, und der Kontrast wird mit den Pfeiltasten *LINKS* und *RECHTS* eingestellt.
8. EIN-/AUS-Taste	Schaltet das Gerät ein/aus.

2.2 Anschlussplatte



⚠

- Benutzen Sie nur Sicherheitsprüfleitungen!
- Die max. zulässige Spannung zwischen den Spannungseingangsklemmen und Erde beträgt 600 V_{eff} !
  Die max. zulässige Spannung zwischen den Spannungseingangsklemmen beträgt 600 V_{eff}

Abb. 2.2: Anschlusstafel

Aufteilung der Anschlussplatte:

1 Eingangsklemmen für Stromzangentransformator(en) (I_1, I_2, I_3)
2 Eingangsklemmen für Spannung (L_1, L_2, L_3, N)

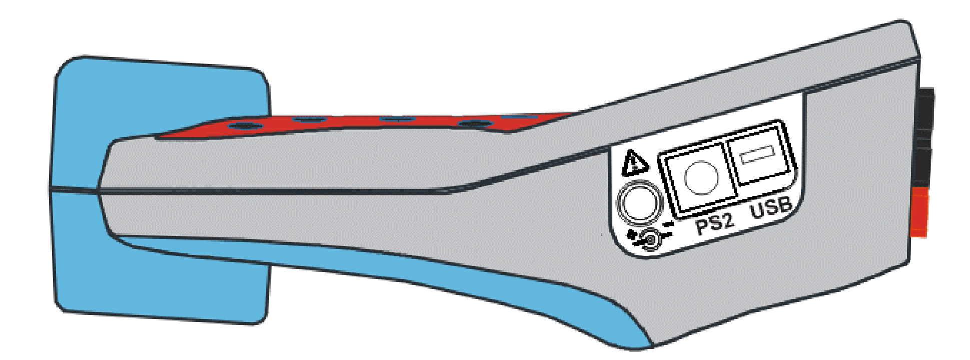


Abb. 2.3: Anschlüsse für externe Spannungsversorgung sowie Kommunikation

1 Buchse für externe Versorgung.
2 PS-2-Anschluss für serielle Schnittstelle RS-232.
3 USB-Anschluss

2.3 Ansicht von unten

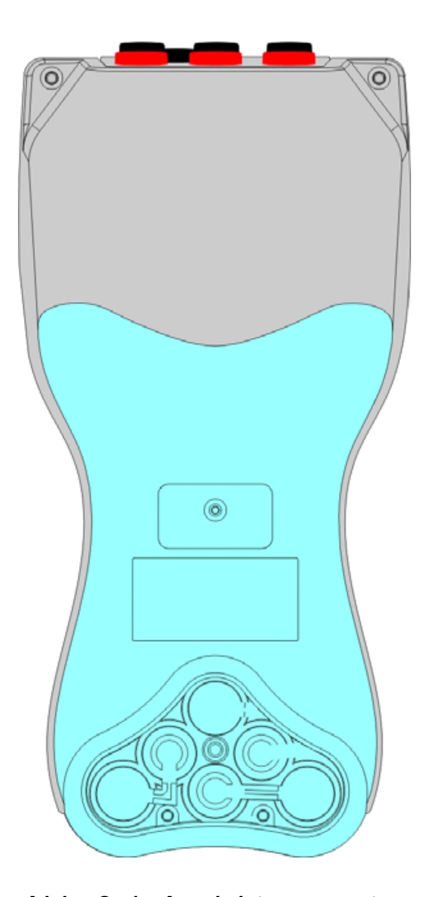


Abb. 2.4: Ansicht von unten

Anordnung der Elemente auf der Bodenplatte:

1. Schrauben (sind zur Öffnung des Geräts zu entfernen)
2. Batteriefach
3. Batteriefachschraube (ist zum Auswechseln der Batterie abzuschrauben).

2.4 ZUBEHÖR

2.4.1 Standardzubehör

Die Liste des Standardzubehörs finden Sie im beiliegenden Blatt.

2.4.2 Optionales Zubehör

Die Liste des optionalen Zubehörs, das Sie auf Anfrage bei Ihrem Händler bekommen, finden Sie im beiliegenden Blatt.

3 Technische Daten[1]

3.1 Messsystem

Konfiguration	Drehstromeingang, 3 x I, 3 x U	
Abtastrate	5120 Hz bei 50 Hz	
Grundberechnungsraten (MESSGERÄT-, KURVEN-, AUFZEICHNUNGS-Modus)	U,I,f Oberschwingungsmessung Leistung Energie	200 ms, ohne Lücken 200 ms, 1,5/s 200 ms, ohne Lücken 200 ms, ohne Lücken

3.2 Messungen

ANMERKUNG: Fehler externer Spannungs- und Strommessumformer sind in dieser Spezifikation nicht berücksichtigt!

3.2.1 Spannung

Eingangsspannungsbereich: Lx-N 550 V_{eff} (1-Phasen-Netz), 320 V_{eff} (3-Phasen-Netz, 4 Leiter)
Lx-Ly 550 V_{eff}
Eingangsimpedanz: Lx-N 3 MΩ, Lx-Ly 3 MΩ

Echt-Effektivwert, AC und DC, Lx-N- und Lx-Ly-Anschluss

Mess-(Anzeige-)bereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitel-faktor
Bereich 1: 3,0 (0,0) V_{eff} ÷ 70,0 V_{eff}	0,1 V	±(1 % + 0,5 V)	1.4 1,4 min
Bereich 2: 5,0 (0,0) V_{eff} ÷ 130,0 V_{eff}		±(1 % + 0,8 V)	
Bereich 3: 10,0 (0,0) V_{eff} ÷ 300,0 V_{eff}		±(1 % + 1,5 V)	
Bereich 4: 20,0 (0,0) V_{eff} ÷ 550,0 V_{eff}		±(1 % + 2,5 V)	

3.2.2 Strom

Eingangsimpedanz: 1 MΩ

ECHT-EFFEKTIVWERT, AC UND DC

Mess-(Anzeige-)bereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 4,0 (0,0) mV_{eff} ÷ 100 mV_{eff} (4 ÷ 100) A*	0,1 A	±(2 % + 0,3 A)	2,3 min
Bereich 2: 0,04 (0,00) V_{eff} ÷ 1 V_{eff} (40 ÷ 1000) A*		±(2 % + 3 A)	

* mit Stromzange A1033

[1] Abgeleitete Größen, wie Leistung und Energie werden unabhängig vom Gerät oder in PowerQ Link berechnet. Solche Operationen machen es möglich, in PowerQ Link zusätzliche Funktionalitäten zu bieten. Auf Grund der Unterschiede in den Berechnungsalgorithmen und der numerischen Genauigkeiten könnten die Ergebnisse jedoch leicht abweichen, aber immer um weniger als ein LSB-Digit der Anzeige auf PowerQ oder PowerQ+.

3.2.3 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
45,00 Hz ... 66,00 Hz	10 mHz	±(0,5 % + 0,02 Hz)

3.2.4 Leistung (W, VA, Var)

Produkt aus Uber, UeingK, Iber und IeingK	Messbereich (W, VA, Var)	Auflösung (W, VA, Var)	Genauigkeit *	Kommentar
7 ÷ 999	0,000 k ÷ 0,999 k	1	±(3 % + 3 Dig)	Vier-Quadranten-Ergebnisse
1.000 ÷ 9.999	0,00 k ÷ 9,99 k	10		
10.000 ÷ 999.999	0,0 k ÷ 999,9 k	100		
1.000.000 ÷ 9.999.999	0,000 M ÷ 9,999 M	1 k		
10.000.000 ÷ 99.999.999	0,00 M ÷ 99,99 M	10 k		
100.000.000 ÷ 999.999.999	0,0 M ÷ 999,9 M	100 k		
1.000.000.000 ÷ 9.999.999.999	0,000 G ÷ 9,999 G	1 M		
10.000.000.000 ÷ 40.000.000.000	0,00 G ÷ 40,00 G	10 M		

**Genauigkeitswerte gelten, wenn cos φ ≥0,40; λ ≥0,40; I ≥10 % I_N und U ≥10 % U_N, sonst müssen die angegebenen Werte mit zwei multipliziert werden.*

3.2.5 Leistungsfaktor

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Kommentar
0,00 ÷ 0,39	0,01	±0,06	Vier-Quadranten-Ergebnisse
0,40 ÷ 1.00	0,01	±0,03	Vier-Quadranten-Ergebnisse

3.2.6 Cosinus φ

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Kommentar
0,00 ÷ 0,39	0,01	±0,06	Vier-Quadranten-Ergebnisse
0,40 ÷ 1,00	0,01	±0,03	Vier-Quadranten-Ergebnisse

3.2.7 Energie (Wh, VAh, VArh)

Produkt aus Uber, UinpK, Iber und IinpK	Messbereich (Wh, VAh, Varh)	Auflösung (Wh, VAh, Varh)	Genauigkeit*	Kommentar
7 ÷ 999	0,000 k ÷ 40.000.000,000 k	1	±(3 % + 3 Wh)	Vier-Quadranten-Ergebnisse
1.000 ÷ 9.999			±(3 % + 30 Wh)	
10.000 ÷ 999.999			±(3 % + 300 Wh)	
1.000.000 ÷ 9.999.999			±(3 % + 3 kWh)	
10.000.000 ÷ 99.999.999	0,000 k ÷ 40.000.000,000 k	1	±(3 % + 30 kWh)	Vier-Quadranten-Ergebnisse
100.000.000 ÷ 999.999.999			±(3 % + 300 kWh)	
1.000.000.000 ÷ 9.999.999.999			±(3 % + 3 MWh)	
10.000.000.000 ÷ 40.000.000.000			±(3 % + 30 MWh)	

**Genauigkeitswerte gelten, wenn cos ≥0,40; λ ≥0,40; I ≥10 % I_N und U ≥10 % U_N, sonst müssen die angegebenen Werte mit zwei multipliziert werden.*

3.2.8 Spannungsoberschwingungen

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_M > 3$ % U_N	0,1 %	5 % U_M (3 % für $U_=$)
$U_M < 3$ % U_N	0,1 %	0,15 % U_N

U_N: Nennspannung (Echt-Effektivwert)
U_M: gemessene Oberschwingungsspannung h_M: 1. bis 50.

3.2.9 Stromoberschwingungen

Bereich der Harmonischen	Auflösung	Genauigkeit
$I_M > 3$ % I_N	0,1 %	5 % I_M (3 % für $I_=$)
$I_M < 3$ % I_N	0,1 %	0,15 % I_N

I_N: Nennbereich (Echt-Effektivwert)
I_M: Oberschwingungsstrom h_M: 1. bis 50.

3.2.10 Unsymmetrie

		Unsymmetrie-bereich	Auflösung	Genauigkeit
SymU	U_+/U_-	0,0 ÷ 5,0%	0,1 %	0,15%
SymI	I_+/I_-	0,0 ÷ 20%	0,1 %	1%

SymU: Spannungsunsymmetrie (%)
SymI: Stromunsymmetrie (%)
U_+: Mitspannung
U-: Gegenspannung
I_+: Mitstrom
I-: Gegenstrom

3.3 Aufzeichnungen

3.3.1 Spannungs-, Stromaufzeichnung

Signale: auswählbar U1, U2, U3, I1, I2, I3
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (Die berechnete Zeit wird angezeigt.)
Angezeigte Daten: Mittelwert, Min. und Max. des Intervalls
Genauigkeit: siehe Abschnitt **Technische Daten / Spannung, Strom**

3.3.2 Leistungsaufzeichnung

Signale: auswählbar L1, L2, L3, GESAMT
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (Die berechnete Zeit wird angezeigt.)
Angezeigte Daten: Mittelwert, Min. und Max. des Intervalls (für alle vier Quadranten)
Genauigkeit: siehe Abschnitt **Technische Daten / Leistung**

3.3.3 Oberschwingungs-Aufzeichnung

Signale: Auswählbar (Gesamtoberschwingungsgehalt) THDI1, THDI2, THDI3, THDU1, THDU2, THDU3 (oder
THDU12, THDU23, THDU31)
Intervall: auswählbar, (1, 2, 5, 10, 15, 30) s, (1, 2, 5, 10, 15, 30) min
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (Die berechnete Zeit wird angezeigt.)
Angezeigte Daten: Mittelwert, Min. und Max. des Intervalls (für alle vier Quadranten)
Genauigkeit: siehe Abschnitt **Technische Daten / Spannungsoberschwingungen, Stromoberschwingungen**

3.3.4 Einschaltstöße*

Signale: auswählbar U1, U2, U3 (oder U12, U23, U31), I1, I2, I3
Intervall: auswählbar (10, 20, 100, 200) ms
Triggerkanäle: I1, I2, I3
Auslösepegel: auswählbar, 2 % ÷ 100 % des Strombereichs (in Schritten von 0,1 % des Strombereichs),
Schreiblänge: abhängig vom ausgewählten Intervall (Die berechnete Zeit wird angezeigt.)
Angezeigte Daten: Durchschnitt, Min. und Max. des Intervalls

Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 5,0 (0,0) V_{eff} ÷ 70,0 V_{eff}	0.1 V	±(5 % + 1 V)	1.4 1,4 min
Bereich 2: 10,0 V_{eff} ÷ 130,0 V_{eff}		±(5 % + 1,5 V)	
Bereich 3: 20,0 V_{eff} ÷ 300,0 V_{eff}		±(5 % + 3 V)	
Bereich 4: 30,0 V_{eff} ÷ 550,0 V_{eff}		±(5 % + 5 V)	

Strom

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 4,0 (0,0) mV_{eff} ÷ 100 mV_{eff} (4 ÷ 100) A	0,1 A	±(5 % + 0,6 A)	2,3 min
Bereich 2: 0,04 (0,00) V_{eff} ÷ 1 V_{eff} (40 ÷ 1000) A		±(5 % + 6 A)	

3.3.5 Spannungsereignisse*

Signale: auswählbar U1, U2, U3 (oder U12, U23, U31)
Überspannungsgrenze: (1 % ÷ 35 %) .U_N
Einbruchsgrenze: (-35 % ÷ -1 %) . U_N
Unterbrechungsgrenze: (1 % ÷ 20 %) . U_N
Schreibzeit: manueller Halt, (1, 2, 5, 10, 30) min, (1, 2, 5, 10, 30, 50, 75) Stunden,
Hysterese: 1% von U_N

Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 5,0 V_{eff} ÷ 70,0 V_{eff}	0,1 V	±(5 % + 1 V)	1,4 min
Bereich 2: 10,0 V_{eff} ÷ 130,0 V_{eff}		±(5 % + 1,5 V)	
Bereich 3: 20,0 V_{eff} ÷ 300,0 V_{eff}		±(5 % + 3 V)	
Bereich 4: 30,0 V_{eff} ÷ 550,0 V_{eff}		±(5 % + 5 V)	

3.3.6 Spannungsqualität*

Signale: auswählbar U1, U2, U3, THDU1, THDU2, THDU3, SYM, Freq (oder U12, U23, U31, THDU12, THDU23, THDU31, SYM, Freq)

* Nur Power Q Plus

Überspannungsgrenze: (1 % ÷ 35 %) .U_N
Einbruchsgrenze: (-35 % ÷ -1 %) . U_N
Unterbrechungsgrenze: (1 % ÷ 20 %) . U_N
Schreibzeit: 16h 48min, 33h 36min, 3,5 Tage, 7 Tage, in 1008 Intervallen von (1, 2, 5, 10) min,
Hysterese: 1% von U_N

Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 5,0 V_{eff} ÷ 70,0 V_{eff}	0,1 V	±(5 % + 1 V)	1,4 min
Bereich 2: 10,0 V_{eff} ÷ 130,0 V_{eff}		±(5 % + 1,5 V)	
Bereich 3: 20,0 V_{eff} ÷ 300,0 V_{eff}		±(5 % + 3 V)	
Bereich 4: 30,0 V_{eff} ÷ 550,0 V_{eff}		±(5 % + 5 V)	

Nichtlineare Verzerrung der Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_M > 3$ % U_N	0,1 %	5 % U_M (3 % für $U_=$)
$U_M < 3$ % U_N	0,1 %	0,15 % U_N

U_N: Nennspannung (Echt-Effektivwert)
U_M: gemessene Oberschwingungsspannung h_M: 1. bis 50.

Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
45,00 Hz ... 66,00 Hz	10 mHz	±(0,5 % + 0,02 Hz)

3.4 Allgemeine Daten

Betriebstemperaturbereich: -10 °C - +55 °C
Lagertemperaturbereich: -20 °C - +70 °C
Max. Luftfeuchte: 95 % RF (0 °C ÷ 40 °C), ohne Kondensatbildung
Verschmutzungsgrad: 2
Schutzklasse: doppelte Isolierung
Überspannungskategorie: Spannungseingänge: KAT III 600 V
Schutzklasse: IP 42
Abmessungen: (220 x 115 x 90) mm
Gewicht (ohne Zubehör): 0,65 kg
Externe Gleichstromversorgung: 12 V, min. 400 mA
Max. Stromaufnahme: 360 mA

3.5 Kommunikation

3.5.1 Serielle Schnittstelle RS-232

Baudrate: 2400 - 115200 Baud
Anschluss: 9-poliger D-Verbinder

3.5.2 USB-Schnittstelle

Baudrate:	2400 - 921600 Baud
Anschluss:	Standard-USB Typ B

3.6 Display

Display:	Flüssigkristall-Grafikdisplay mit Hintergrundbeleuchtung 160 x 160 Pixel

3.7 Nichtflüchtiger Speicher

1 MB Flash

3.8 Gleichstromversorgung

Eingebaute wieder aufladbare NiMH -Batterien Größe AA mit 6 x 1,2 V bieten vollen Betrieb über bis zu 12 Stunden.
Die Nennladezeit beträgt 16 Stunden. Die Ladezeit und die Betriebsstunden gelten für Batterien mit einer Nennkapazität von 2100 mAh.

⚠ Nur das von Metrel gelieferte Ladegerät verwenden!

⚠ Nehmen Sie den Stromversorgungsadapter ab, wenn Sie (nicht wieder aufladbare) Standardbatterien verwenden.

3.8.1 Einlegen der Batterien in das Gerät

1. Achten Sie darauf, dass das Netzteil/Ladegerät und die Messleitungen nicht angeschlossen sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Legen Sie die Batterien so ein, wie es die untenstehenden Abbildung zeigt. (Legen Sie die Batterien richtig herum ein; sonst funktioniert das Gerät nicht, und die Batterien könnten entladen oder beschädigt werden.)

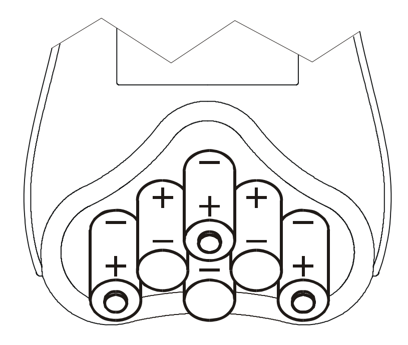


Abb. 3.1: Batteriewechsel

3. Drehen Sie die Displayseite des Geräts niedriger als das Batteriefach *(siehe Abbildung unten)* und setzen Sie die Abdeckung auf die Batterien.

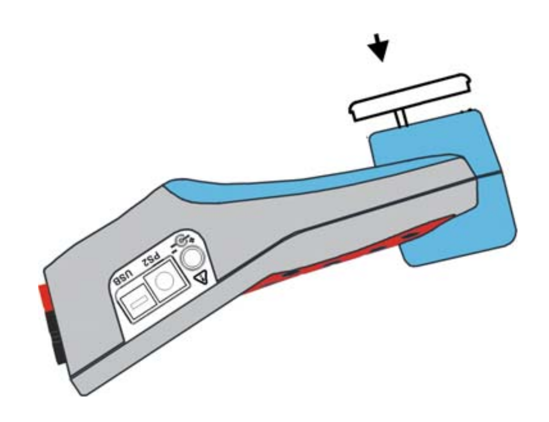


Abb. 3 2: Schließen des Batteriefachs

4. Schrauben Sie die Abdeckung auf das Gerät.

Wenn das Gerät längere Zeit nicht benutzt werden soll, entfernen Sie alle Batterien aus dem Batteriefach. Die mitgelieferten Batterien können das Gerät etwa 12 Stunden lang versorgen.

⚠ **Warnungen!**

- **Wenn Batteriezellen ersetzt werden müssen, schalten Sie das Gerät ab, bevor Sie den Deckel des Batteriefachs öffnen.**
- **Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Vor dem Entfernen des Batteriefachdeckels nehmen Sie alle Prüfleitungen und die Netzversorgungsleitung ab und schalten Sie das Gerät ab.**
- **Benutzen Sie nur ein vom Hersteller oder Händler des Geräts geliefertes Netzteil/Ladegerät, um mögliche Brand- oder Stromschlaggefahr zu vermeiden.**
- **Es werden wieder aufladbare NiMH-Batterien (Größe AA) empfohlen. Die Ladezeit und die Betriebsstunden gelten für Batterien mit einer Nennkapazität von 2100 mAh.**
- **Verwenden Sie keine Standardbatterien, während das Netzteil/Ladegerät angeschlossen ist, sonst könnten sie explodieren!**
- **Mischen Sie keine Batterien unterschiedlicher Typen, Marken, Alterungsstände oder Ladezustände.**
- **Beim ersten Laden der Batterien achten Sie darauf, dass die Batterien mindestens 16 Stunden lang geladen werden, bevor Sie das Gerät einschalten.**

3.9 Wartung

3.9.1 Batterien

Das Gerät enthält wiederaufladbare NiMH-Batterien. Diese Batterien sollten nur durch denselben Typ ersetzt werden, wie er auf dem Batterieeinsatzschild oder in diesem Handbuch angegeben ist.

Wenn die Notwendigkeit des Batterieaustausches besteht, müssen alle 6 Batterien auf einmal ausgewechselt werden. Achten Sie darauf, dass die Batterien mit der richtigen Polarität eingelegt werden; falsche Polarität kann die Batterien und/oder das Gerät beschädigen.
Es können besondere Umweltbestimmungen zur Entsorgung der Batterien bestehen. Diese müssen befolgt werden.

VORSICHTSMASSNAHMEN BEIM LADEN NEUER ODER LÄNGERE ZEIT NICHT BENUTZTER BATTERIEN
Beim Laden neuer Batterien oder solcher, die längere Zeit (mehr als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. Das betrifft in unterschiedlichem Ausmaß NiMH- und NiCd-Batterien (manchmal Memory-Effekt genannt). Aus diesem Grund kann die Betriebszeit des Geräts während der ersten Lade-Entladezyklen beträchtlich reduziert sein.

Daher wird Folgendes empfohlen:
- - Vollständiges Laden der Batterien (mindestens 14 h mit eingebautem Ladegerät).
- Vollständiges Entladen der Batterien (Kann mit normalem Arbeiten mit dem Gerät durchgeführt werden.)
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade-/Entladezyklus. (Vier Zyklen werden empfohlen.)

Bei Verwendung intelligenter Batterieladegeräte wird ein Entlade-/Ladezyklus automatisch ausgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wiederhergestellt. Die Betriebszeit des Gerätes erfüllt jetzt die Angaben in den technischen Daten.

HINWEISE
Das Ladegerät des Instruments ist ein so genanntes Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, dass die Batterien während des Ladens in Serie geschaltet sind, sodass sich alle Batterien in einem ähnlichen Zustand (ähnlich geladen, derselbe Typ, dasselbe Alter) befinden müssen.
Selbst eine einzige beschädigte Batterie (oder einfach eine von einem anderen Typ) kann schlechtes Laden des gesamten Batteriepacks (Erhitzen des Batteriepacks, bedeutend verringerte Betriebszeit) verursachen.

Wenn nach mehreren Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Batterien bestimmt werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, Überprüfen mit einem Zellen-Ladegerät usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Batterien verschlechtert haben.

Die oben beschriebenen Effekte sollten nicht mit dem normalen Nachlassen der Batteriekapazität mit der Zeit verwechselt werden. Alle ladbaren Batterien verlieren einen Teil ihrer Kapazität, wenn sie wiederholt geladen/entladen werden. Das tatsächliche Nachlassen der Kapazität über die Anzahl der Ladezyklen hängt vom Batterietyp ab und steht in den technischen Unterlagen der Batterien, die vom Batteriehersteller geliefert werden.

3.9.2 Hinweise zur Stromversorgung

Bei Verwendung des Original-Netzadapters/-Ladegerätes ist das Gerät sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Die Batterien werden gleichzeitig geladen; die Nennladezeit beträgt 16 Stunden.
Die Batterien werden immer dann geladen, wenn das Netzteil/Ladegerät an das Instrument angeschlossen wird. Ein eingebauter Schutzkreis kontrolliert den Ladevorgang und sorgt für die maximale Batterielebensdauer.
Wenn das Instrument länger als 10 Minuten ohne Batterien und Ladegerät gelassen wird, werden die Uhrzeit- und Datumseinstellungen zurückgesetzt.

3.9.3 Reinigung

Zum Reinigen der Oberfläche des Instruments verwenden Sie einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol angefeuchtet ist. Das Gerät ist danach vor der Benutzung vollständig abtrocknen zu lassen.

- **Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf Benzin- oder Kohlenwasserstoffbasis!**
- **Verschütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über dem Instrument!**

3.9.4 Regelmäßige Kalibrierung

Um eine korrekte Messung sicherzustellen, ist es unbedingt erforderlich, das Instrument regelmäßig zu kalibrieren. Wenn es andauernd und täglich benutzt wird, empfehlen wir einen sechsmonatigen Kalibrierabstand, sonst reicht eine jährliche Kalibrierung aus.

3.9.5 Kundendienst

Bei Reparaturen unter oder außerhalb der Garantie wenden Sie sich zu weiteren Informationen an Ihren Händler.

3.9.6 Fehlersuche

Wenn die Esc-Taste beim Einschalten des Geräts gedrückt ist, schaltet sich das Gerät nicht ein. Sie müssen die Batterien herausnehmen und wieder einsetzen. Danach startet das Instrument normal.

Herstelleradresse:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Slowenien

Tel: +(386) 1 75 58 200
Fax: +(386) 1 75 49 095
Email: METREL d.d.
http://www.metrel.si

Bedienungsanleitung

4 Allgemeines

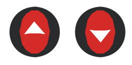
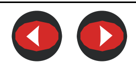
Dieser Abschnitt beschreibt die Bedienung des Instruments.

Die Bedienoberfläche des Instruments besteht aus einem LCD-Grafikdisplay und einem Tastenfeld. Die Messdaten und der Status des Instruments werden im Display angezeigt.



Abb. 4.1: Tastatur

F1	Einfrieren der Anzeige bei den MESSWERT- und KURVEN-Funktionen; Start, Stopp und Speicherung von Aufzeichnungen bei den AUFZEICHNUNGSFUNKTIONEN. Umschaltung zur vorherigen Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus
F2	Schaltet um zwischen der Anzeige der verfügbaren Spannungs-, Strom- und Leistungssignale bei den Funktionen MESSGERÄT, KURVE und AUFZEICHNUNG (außer LEISTUNGSAUFZEICHNUNG) . Umschaltung zwischen der Anzeige verfügbarer Leistungssignale bei der LEISTUNGSAUFZEICHNUNG; Löschen der aktuell ausgewählten Speicherstelle.
F3	Speicherung der eingefrorenen Anzeige bei den Funktionen MESSWERTE und KURVE. Löschen der gerade beendeten Aufzeichnung in den AUFZEICHNUNGS-Modi. Auswahl und Abwahl von Kanälen in den Einstellmodi für AUFZEICHNUNGEN. Umschaltung zwischen der Anzeige der Aufzeichnungen und der Einstellungen während der Aufzeichnungsfunktion. Umschaltung zur nächsten Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus
F4	Umschaltung zwischen den Bildschirmen KURVE, MESSWERTE, AUFZEICHNUNG; Umschaltung zwischen Motor- und Generatorsignalen bei der LEISTUNGSAUFZEICHNUNG. Anzeige der aktuell ausgewählten Speicherposition im SPEICHERLISTEN-Modus

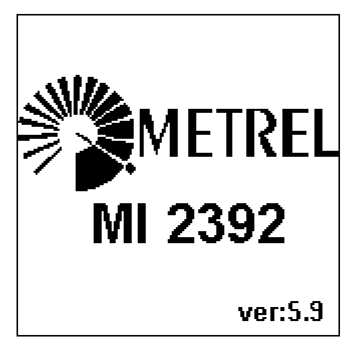
	Schaltet um zwischen der Anzeige der verfügbaren Spannungen, Ströme und Spannungs-/Strompaare bei den Funktionen KURVE und AUFZEICHNUNG (außer LEISTUNGSAUFZEICHNUNG) . Umschaltung zwischen der Anzeige ungerader, gerader und aller Harmonischen.
	Skalierung der angezeigten Wellenform über die Amplitude in den KURVEN - Bildschirmen. Scrollen zu den einzelnen Harmonischen im OBERSCHWINGUNGS-Modus. Scrollen zu den Speicherpositionen im Modus SPEICHERLISTE. Auswahl des Messmodus oder eines anderen Untermenüs.
	Skalierung der angezeigten Wellenform über die Zeit in den KURVEN–Bildschirmen. Scrollen des Cursors entlang aufgezeichneter Daten im AUFZEICHNUNGS-Modus.
	Öffnen eines Untermenüs.
	Beendet einen Vorgang. Rückkehr zum HAUPTMENÜ.
	Schaltet die Hintergrundbeleuchtung ein/aus. (Die Hintergrundbeleuchtung schaltet sich automatisch nach 30 Sekunden aus, wenn keine Taste betätigt wird und das Instrument nur auf Batterie läuft.) Wenn die Taste BELEUCHTUNG länger als 1,5 Sekunden gedrückt wird, erscheint das Menü KONTRAST, und der Kontrast lässt sich mit den Pfeiltasten *LINKS* und *RECHTS* einstellen.
	Ein- und Ausschalten des Instruments.

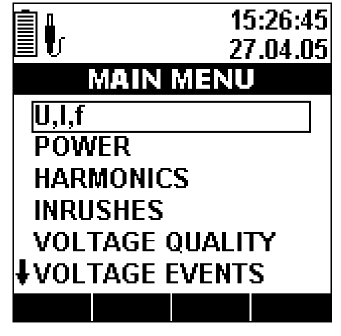
ANMERKUNG: Achten Sie darauf, dass während der Mess- und Aufzeichnungszeit alle Spannungsklemmen angeschlossen sind. Nicht angeschlossene Spannungsklemmen sind anfällig für elektromagnetische Störungen und können zu Fehlmessungen führen. Es ist zu empfehlen, unbenutzte Spannungsklemmen vom Instrument abzunehmen oder mit dem Nullspannungseingang des Instruments kurzzuschließen.

4.1 Hauptmenü des Instruments

Nach Einschalten des Instruments wird das HAUPTMENÜ eingeblendet. Aus diesem Menü können alle Funktionen des Instruments gewählt werden.

Zum Ausschalten des Instruments muss die EIN/AUS-Taste gedrückt werden. Alle aufgezeichneten Daten werden in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt.





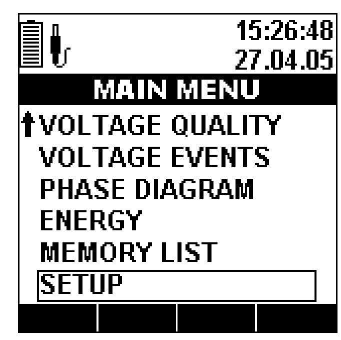


Abb. 4.2: HAUPTMENÜ

Tasten:

	Funktionsauswahl im HAUPTMENÜ.
	Eingabe der ausgewählten Funktion.

4.2 Menü EINSTELLUNGEN

Vom Menü EINSTELLUNGEN aus können allgemeine Parameter des Instruments angesehen, konfiguriert und gespeichert werden.

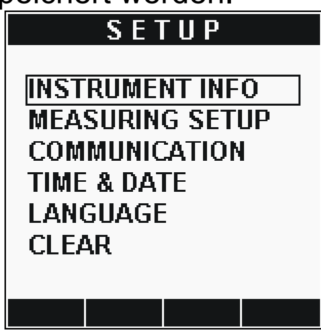
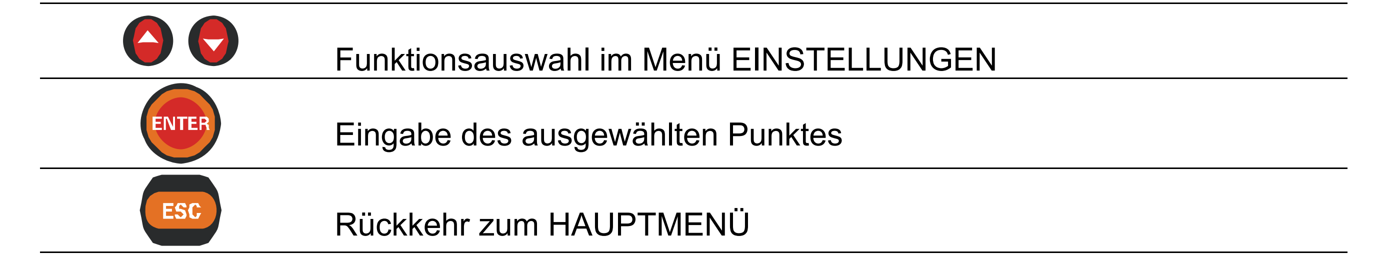


Abb. 4.3: Menü EINSTELLUNGEN

Optionen:

Instrumenteninfo	Informationen über das Instrument
Mess-konfiguration	Auswahl von Messparametern
Kommunikation	Wahl der Baudrate für die Kommunikation
Uhrzeit und Datum	Einstellung von Uhrzeit und Datum
Sprache	Sprachauswahl
Löschen	Löschen des Speichers oder der Energiezähler

Tasten:



▲ ▼	Funktionsauswahl im Menü EINSTELLUNGEN
ENTER	Eingabe des ausgewählten Punktes
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

4.2.1 Instrumenteninfo

In diesem Menü können grundlegende Informationen über das Instrument betrachtet werden: Firma, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmwareversion und Hardwareversion

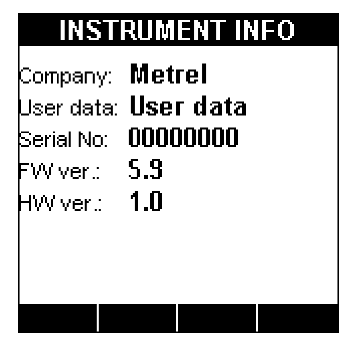


Abb. 4.4: Bildschirm INSTRUMENTENINFO

Tasten:

	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.2 Messkonfiguration

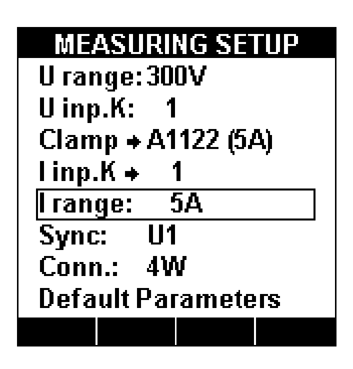
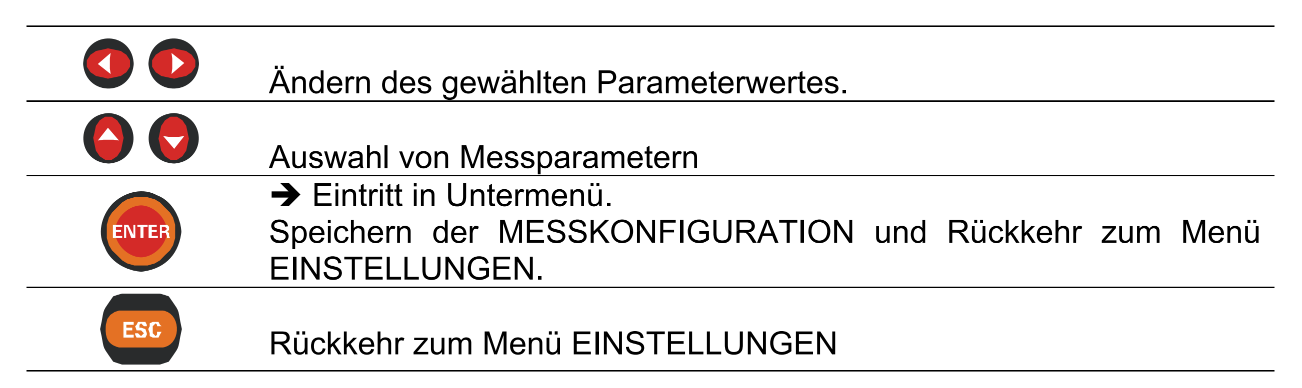


Abb. 4.5: Bildschirm MESSKONFIGURATION

	Beschreibung	
U Bereich	Eingangs-spannungsbereich	Eingangsspannungsbereiche (70 V, 130 V, 300 V und 550 V)
U Eing. K	Spannungs-Übersetzungs-verhältnis	Skalierungsfaktor der Spannungseingänge: Dieser Faktor berücksichtigt externe Spannungstransformatoren oder Spannungsteiler, sodass die Anzeigen die Primärspannung darstellen. Beispiel: Bei einem Transformator 11 kV / 110 V muss der Skalierungsfaktor auf 100 gesetzt werden. Der Standard- und Voreinstellwert ist 1. (Es wird keine externe Einrichtung verwendet.) Bei den Bereichen 300 V und 550 V wird das U Eing.K automatisch auf 1 gesetzt. Der Maximalwert ist auf 4000 begrenzt. Der angezeigte volle Spannungsbereich beträgt U_{Nenn} * $U_{Eing.K.}$.
Stromz	Auswahl der	Auswahl der Stromzangen: A1033, A1069, A1120,

ange	Stromzange	A1099, A1122, A1037 . Zu Einzelheiten siehe Abschnitt 14.3.
I Eing. K	Strom-Übersetzungsverhältnis	Je nach ausgewählter Zange sind zwei Optionen möglich. Zu Einzelheiten siehe Abschnitt 14.3. 5A-Stromzange: Einstellungen des Übersetzungsverhältnisses des Primärstromtransformators Andere Zangen: Strommessung an 1 Kabel von N parallelen Kabeln
I Bereich	Eingangs-strombereich	Strombereich. Es kann gewählt werden zwischen: - 10 % des Messbereichs - 100 % des Messbereichs Zu Einzelheiten siehe Abschnitt 14.3.
Sync	Eingang zur Frequenz-synchronisierung.	Eingang zur Frequenzsynchronisierung. Die Wahl des Eingangs wird durch die Art des Spannungsanschlusses bestimmt. Für die Anschlussart: **4L**: U1, U2, U3, I1, I2 oder I3. U1 wird defaultmäßig verwendet. **3L**: U12, U21, U31, I1, I2 oder I3. U12 wird defaultmäßig verwendet.
Anschl.	Art des Spannungs-anschlusses	Methode des Anschlusses des Instruments an Drehstromsysteme. **4L**: 3-Phasen-Netz mit 4 Leitern (mit Nullleiter). Alle Spannungs- und Stromeingänge werden benutzt. **3L**: 3-Phasen-Netz mit 3 Leitern (ohne Nullleiter); 3 Stromtransformatoren werden verwendet.
Voreingestellte Parameter	Voreingestellte Messparameter	U Bereich: 300 V; U Eing.K: 1; I Bereich: 1000 A; I Eing. K: 1; Sync: U1; Schaltung: 4L

Tasten:



Taste	Funktion
	Ändern des gewählten Parameterwertes.
	Auswahl von Messparametern
ENTER	➔ Eintritt in Untermenü. Speichern der MESSKONFIGURATION und Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN.
ESC	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

Die nachstehende Abbildung zeigt Untermenüs für direkte Zangenmessung. Die Messung kann mit einer der folgenden Stromzangen ausgeführt werden: A 1033, A1069, A1120, A1099.

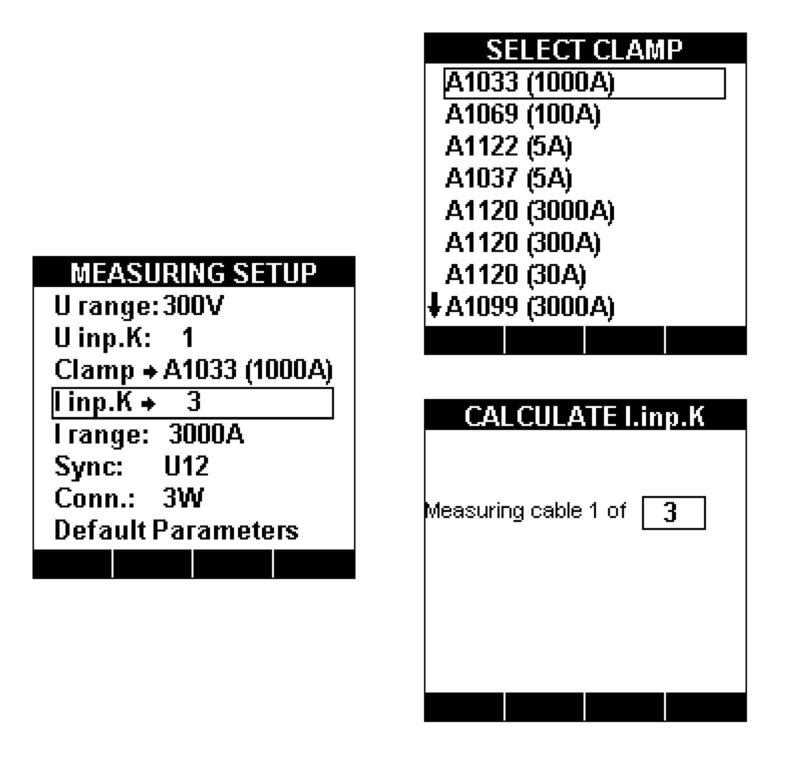


Abb. 4.6: Auswahl der Stromzange für direkte Strommessung

Die nachstehende Abbildung zeigt Untermenüs für indirekte Zangenmessung. Die Messung kann mit einer der folgenden Stromzangen ausgeführt werden: A 1122 (1000A), A1037 (5A).

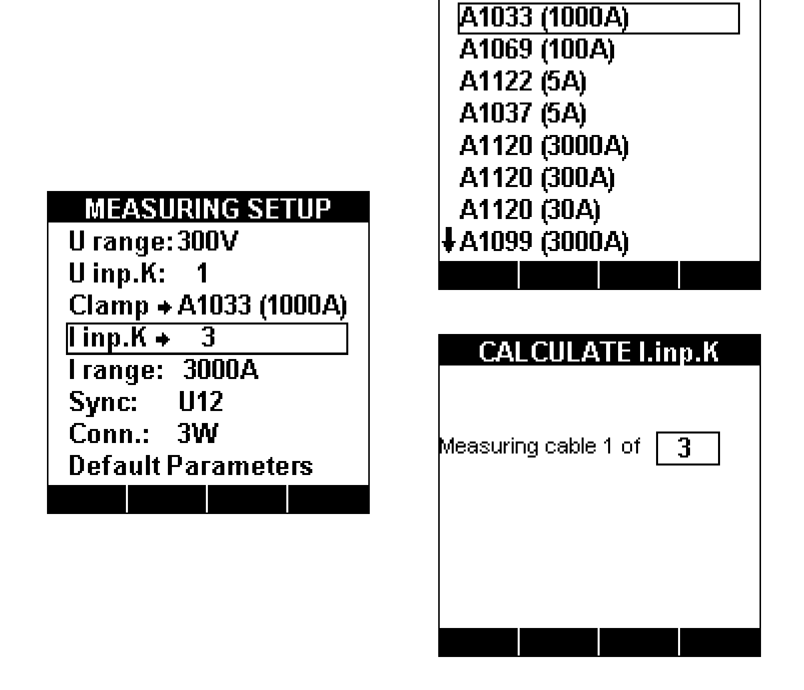
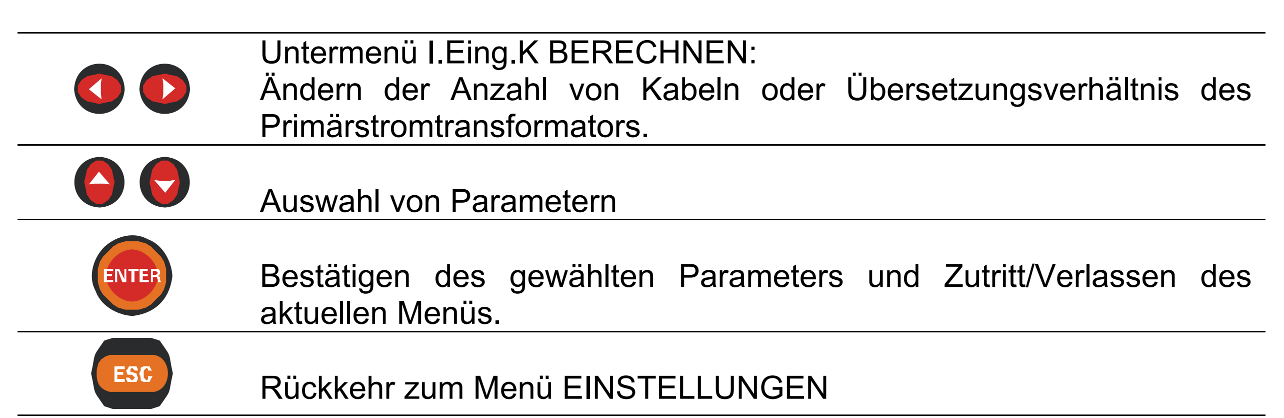


Abb. 4.7: Auswahl der Stromzange für indirekte Strommessung

Tasten:



Taste	Funktion
◄ ►	Untermenü I.Eing.K BERECHNEN: Ändern der Anzahl von Kabeln oder Übersetzungsverhältnis des Primärstromtransformators.
▲ ▼	Auswahl von Parametern
ENTER	Bestätigen des gewählten Parameters und Zutritt/Verlassen des aktuellen Menüs.
ESC	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.3 Kommunikation

In diesem Menü kann die Kommunikationsquelle (RS232 oder USB) und die Übertragungsgeschwindigkeit eingestellt werden.

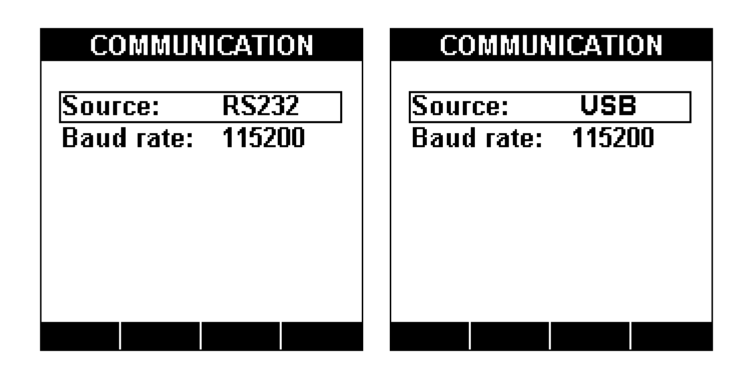
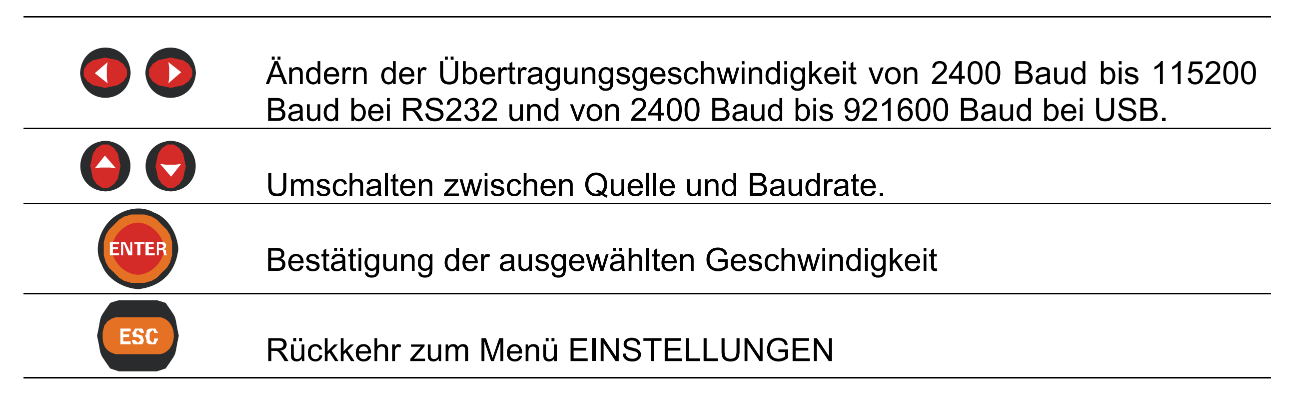


Abb. 4.8: KOMMUNIKATIONS-Bildschirme

Tasten:



Taste	Funktion
◄ ►	Ändern der Übertragungsgeschwindigkeit von 2400 Baud bis 115200 Baud bei RS232 und von 2400 Baud bis 921600 Baud bei USB.
▲ ▼	Umschalten zwischen Quelle und Baudrate.
ENTER	Bestätigung der ausgewählten Geschwindigkeit
ESC	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.4 Uhrzeit und Datum

In diesem Menü können die Uhrzeit und das Datum eingestellt werden.

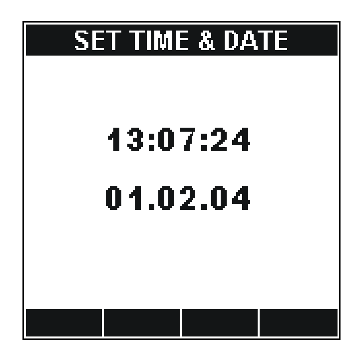


Abb. 4.9: Bildschirm für UHRZEIT und DATUM

Tasten:

Taste	Funktion
◄ ►	Auswahl von Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat oder Jahr zur Einstellung
▲ ▼	Änderung des Wertes für den ausgewählten Punkt
ENTER	Bestätigung der Änderungen und Rückkehr in das Menü EINSTELLUNGEN
ESC	Rückkehr in das Menü EINSTELLUNGEN ohne Änderung von Zeit und Datum

4.2.5 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.



Abb. 4.10: Bildschirm SPRACHE

Tasten:

Taste	Funktion
▲ ▼	Sprachauswahl
ENTER	Bestätigung der ausgewählten Sprache
ESC	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.2.6 Löschen

In diesem Menü können der Speicher und die Energiezähler gelöscht werden.

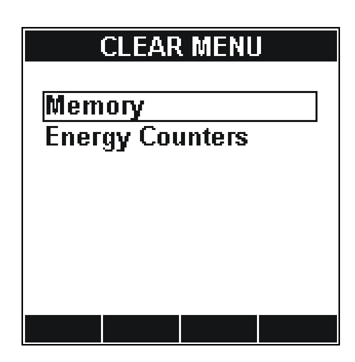
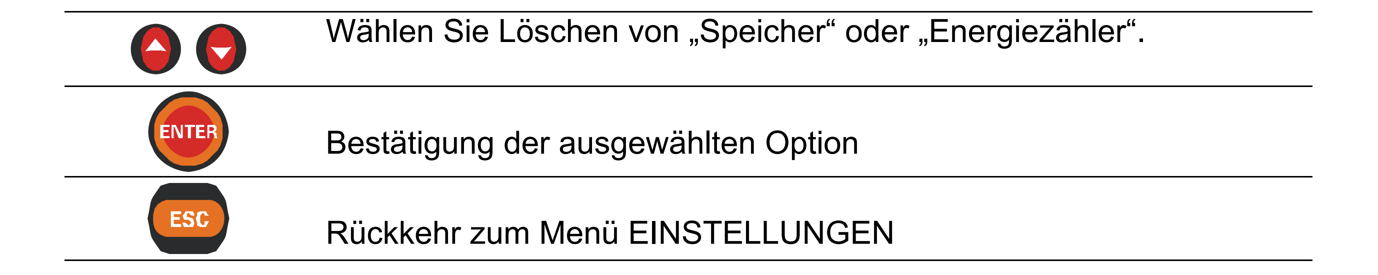


Abb. 4.11.: Bildschirm LÖSCHEN



	Wählen Sie Löschen von „Speicher“ oder „Energiezähler“.
	Bestätigung der ausgewählten Option
	Rückkehr zum Menü EINSTELLUNGEN

4.3 Einstellung von Kontrast und Hinterleuchtung des Displays

4.3.1 Einstellung des Kontrasts

Der Kontrast kann aus jedem Menü eingestellt werden, indem die Taste *BELEUCHTUNG* 1,5 s lang gedrückt wird. Der Dialog KONTRAST öffnet sich (*siehe Abbildung unten*).

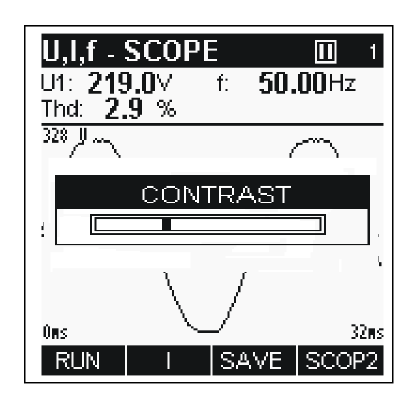
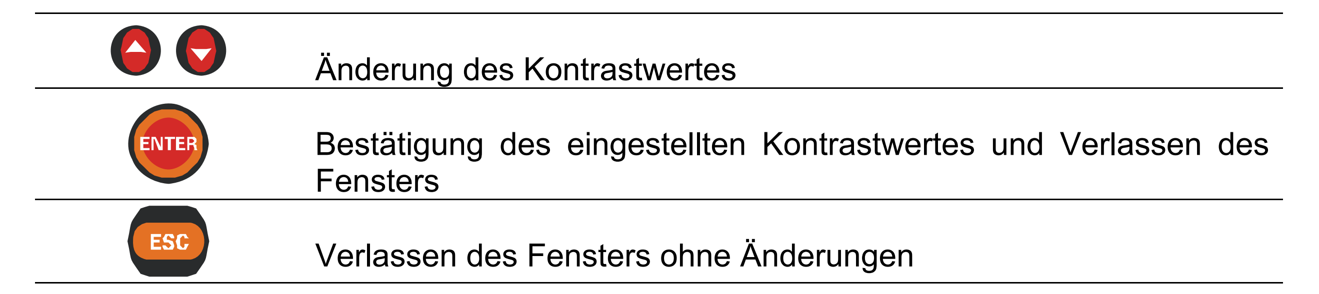


Abb. 4.12.: Beispiel des KONTRAST-Dialogs

Tasten:



	Änderung des Kontrastwertes
	Bestätigung des eingestellten Kontrastwertes und Verlassen des Fensters
	Verlassen des Fensters ohne Änderungen

4.3.2 Aktivierung der Hinterleuchtung

Durch Betätigung der Taste *BELEUCHTUNG* kann die Hintergrundbeleuchtung jederzeit ein- und ausgeschaltet werden. Wenn die Hintergrundbeleuchtung eingeschaltet ist, schaltet sie sich automatisch nach 30 Sekunden aus, wenn keine Taste betätigt wird.

5 U, I, F

Alle wichtigen Spannungs-, Strom- und Frequenzparameter in einem Drehstromnetz können im MENÜ U,I,f betrachtet werden. Die Ergebnisse können in einer tabellarischen (MESSWERTE) oder zwei grafischen (KURVE1; KURVE2) Formen betrachtet werden.
Mit der AUFZEICHNUNGS-Funktion können die Signale über einen vordefinierten Zeitrahmen aufgezeichnet werden. Die Maximal-, Minimal- und Mittelwerte jedes Intervalls werden gespeichert.
Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

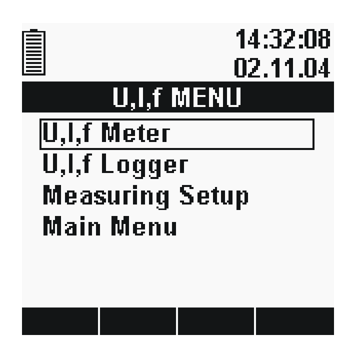


Abb. 5.1: Menü U,I,f

Optionen:

U,I,f Messwerte	Tabellarische oder grafische Darstellung der Größen U, I, f
U,I,f Aufzeichnung	Histogramme der Größen U, I, f.
Mess-konfiguration	Abkürzung zum Menü MESSEINSTELLUNGEN
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Tasten:

Taste	Funktion
MENU	Eintritt in das U,I,f-MENÜ
▲ ▼	Auswahl des Messmodus
ENTER	Eingabe der ausgewählten Funktion.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Das Umschalten zwischen den Funktionen U,I,f MESSUNG und U,I,f AUFZEICHNUNG geschieht durch Drücken der Taste MENU in jedem Bildschirm (MESSUNG, KURVE oder AUFZEICHNUNG).

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

5.1 Funktion U,I,f-MESSUNG

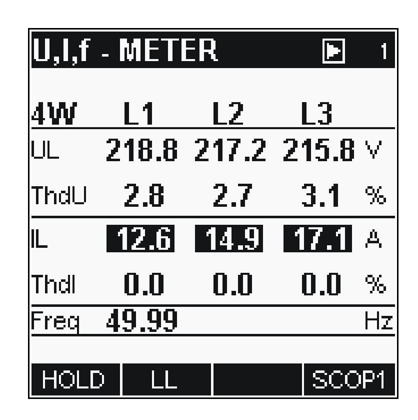
Die Funktion U,I,f-MESSUNG besteht aus drei Abschnitten:

– U,I,f-Bildschirm MESSWERTE, Daten in tabellarischer Form,
– U,I,f-Bildschirm KURVE1, Darstellung von Signalen in grafischer Form, eine Kurve,
– U,I,f-Bildschirm KURVE2, Darstellung von Signalen in grafischer Form, zwei Kurven.

5.1.1 Tabellenbildschirm U,I,f–MESSWERTE

Durch Auswahl von U,I,f-MENÜ im HAUPTMENÜ wird defaultmäßig der tabellarische Bildschirm U,I,f-MESSWERTE angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.
Das Anzeigeformat und die Einheiten (V, kV, A, kA) werden automatisch entsprechend den Messwerten gewählt. Folgende Größen werden angezeigt:

- Effektivspannung Phase-Nullleiter (U_1, U_2, U_3) oder Effektivspannung Phase-Phase (U_{12}, U_{23}, U_{13}),
- Phasen-Effektivstrom (I_1, I_2, I_3),
- Gesamtoberschwingungsgehalt von Spannung und Strom (ThdU, ThdI),
- Systemfrequenz (Freq, in der Spalte des gewählten Synchronisationseingangs angezeigt).



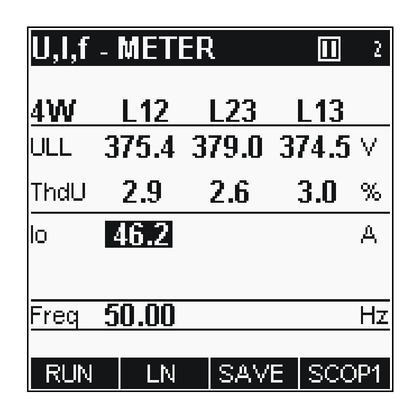


Abb. 5.2: Tabellenbildschirm U,I,f-MESSWERTE

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Umschaltung zwischen Effektivspannungen LL (Phase-Phase) und LN (Phase-Nullleiter (nur bei 4L-Messmodus).
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom tabellarischen Bildschirm MESSWERTE zum grafischen Bildschirm KURVE1 (Einzelkurve).
MENU	Öffnet das Dialogfenster zur Auswahl von U,I,f-MESSWERTE, U,I,f-AUFZEICHNUNG oder MESSKONFIGURATION.
ESC	Rückkehr zum Menü U,I,f-MESSUNG.

5.1.2 Bildschirm U,I,f – AUFZEICHNUNG SCOPE1 (Einzelkurve)

Diese Funktion zeigt Einzel-Kurvenformen mit der Übersicht ihrer Einzelheiten *(siehe Abbildung unten)*.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_X	Einzelspannung (x = 1 ÷ 3)
I_X	Einzelstrom (x = 1 ÷ 3)
U_XI_X	Einzelspannungs- und -strompaare (x = 1 ÷ 3)
$U_1U_2U_3$	alle Phasenspannungen
$I_1I_2I_3$	alle Phasenströme

Für jedes Signal können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Standardmäßig werden die angezeigten Signale automatisch skaliert.

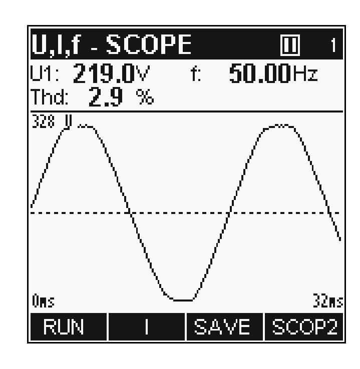


Abb. 5.3: Bildschirm U,I,f-KURVE1

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs–/Strompaare) für die Anzeige.
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom Einzelkurven-Bildschirm KURVE1 zum Doppelkurven-Bildschirm KURVE2.
ENTER	Wählt Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige aus (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen).
▲ ▼	Skalierung der angezeigten Wellenform nach Amplitude
◄ ►	Skalenzeit der angezeigten Wellenform; 32 ms ist der Standardwert. Wenn die Skalierung zur Anzeige von 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALTE-Modus befindet, scrollt eine weitere Benutzung der Tasten *RECHTS* und *LINKS* die Wellenform durch ihre 10 Perioden.
MENU	Öffnet das Dialogfenster zur Auswahl von U,I,f-MESSWERTE, U,I,f-AUFZEICHNUNG, HAUPTMENÜ oder MESSKONFIGURATION.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

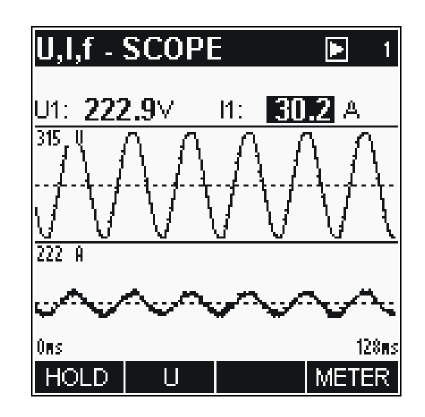
5.1.3 Bildschirm U,I,f – KURVE2 (Doppelkurve)

Diese Funktion zeigt zwei Signal-Kurvenformen zusammen mit den mit der Übersicht ihrer Einzelheiten *(siehe Abbildung unten)*.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_XI_Y Einzelspannungs- und -strompaare (x,y = 1 ÷ 3)

Die Funktion U,I,f–Doppelbildschirm erlaubt die gleichzeitige Betrachtung von Signalpaaren aus verschiedenen Quellen und somit den Vergleich von Signalen.
Es können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Standardmäßig werden die angezeigten Signale automatisch skaliert.



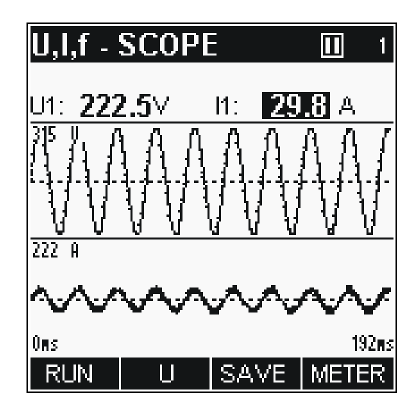


Abb. 5.4: Bildschirm U,I,f–KURVE (doppelt)

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Umschaltung zwischen oberer Kurve U (Spannungen) und unterer Kurve I (Ströme).
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom Doppelkurven-Bildschirm KURVE2 zum tabellarischen Bildschirm MESSWERTE.
ENTER	Auswahl zwischen U_1, U_2, U_3 für Spannungen und I_1, I_2, I_3 für Ströme
	Skalierung der angezeigten aktuellen Wellenform nach Amplitude
	Skalenzeit der angezeigten Wellenform; 32 ms ist der Standardwert. Wenn die Skalierung zur Anzeige von 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALTE-Modus befindet, scrollt eine weitere Benutzung der Tasten *RECHTS* und *LINKS* die Wellenform durch ihre 10 Perioden.
MENU	Öffnet das Dialogfenster zur Auswahl von U,I,f-MESSWERTE, U,I,f-AUFZEICHNUNG, HAUPTMENÜ oder MESSKONFIGURATION.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

5.2 Funktion U,I,f-AUFZEICHNUNG

Die Funktion U,I,f-AUFZEICHNUNG besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- U,I,f-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm, Einstellung der Aufzeichnungsparameter
- Bildschirm beim LAUF der U,I,f-AUFZEICHNUNG, Lauf-Histogramm,
- EINZEL-Bildschirm beim HALTEN der U,I,f-AUFZEICHNUNG, Ansicht aufgezeichneter Signale, ein Histogramm,
- DOPPEL-Bildschirm beim HALTEN der U,I,f-AUFZEICHNUNG, Ansicht aufgezeichneter Signale, zwei Histogramme.

5.2.1 U,I,f–AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm

Nach der Wahl von U,I,f-AUFZEICHNUNG im U,I,f-Menü erscheint der U,I,f-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm *(siehe Abbildung unten)*.
In diesem Menü können verschiedene Aufzeichnungsparameter eingestellt werden.

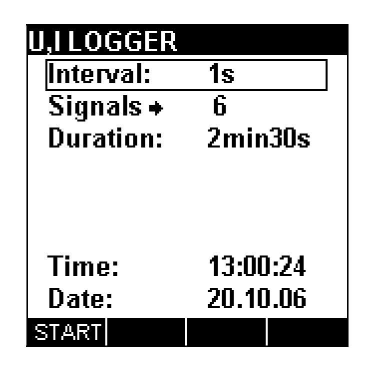


Abb. 5.5: U,I,f–AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); Die gesamte Aufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt.
SIGNALS U1 U2 U3 I1 I2 I3	Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale.
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
Uhrzeit und Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (können im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4).

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm U,I,f AUFZ.LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des markierten Aufzeichnungssignals (wenn das Dialogfenster SIGNALE geöffnet ist).
ENTER	Öffnet das Dialogfenster SIGNALE (wenn "Signale" gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden.
	Wählen Sie die Optionen „Intervall“ und „Signale“ . Scrollen zwischen Spannungen und Strömen (sofern Dialogfeld SIGNALE eingeblendet ist).
	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter „Intervall“). Auswahl einzelner Spannungs- und Stromsignale (im Dialogfeld SIGNALE)
MENU	Rückkehr zum U,I,f-MENÜ
ESC	Rückkehr zum U,I,f-MENÜ Schließen des Dialogfeldes SIGNALE (sofern es eingeblendet ist)

5.2.2 Bildschirme LAUF U,I,f–AUFZEICHNUNG

Wenn der Benutzer die Aufzeichnung startet, erscheint dieser Bildschirm automatisch. Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit dazugehörigen zusammenfassenden Daten angezeigt.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{XMit}$	Einzelspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{XMit}$	Einzelstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{XMit}I_{XMit}$	Einzelspannungs- und -strompaare (x = 1 ÷ 3)
$U_{1Mit}U_{2Mit}U_{3Mit}$	alle Phasenspannungsmittelwerte
$I_{1Mit}I_{2Mit}I_{3Mit}$	alle Phasenstrommittelwerte

Im oberen Datenfeld werden folgende Werte angezeigt:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des letzten abgeschlossenen Intervalls,
- Abgelaufene Zeit.

Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden ebenfalls als ein grafisches Histogramm angezeigt. Das letzte Intervall erscheint rechts und rollt nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn die ersten Intervalldaten die linke Seite des Displays erreicht haben (nach 150 Intervallen), oder wenn sie von Hand gestoppt wird.

Standardmäßig werden die angezeigten Histogramme automatisch skaliert. Im Gegensatz zu den Kurvenmodi können die Signale nicht manuell skaliert werden.

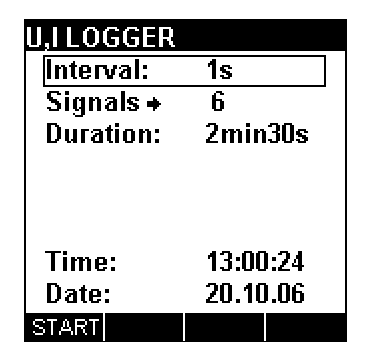
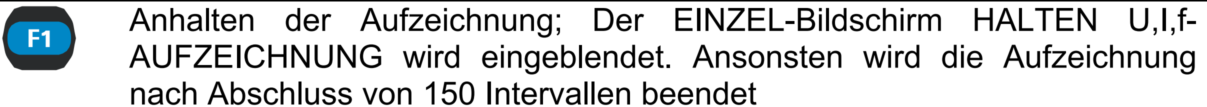
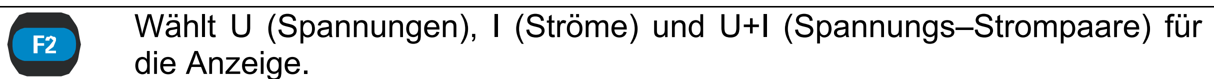
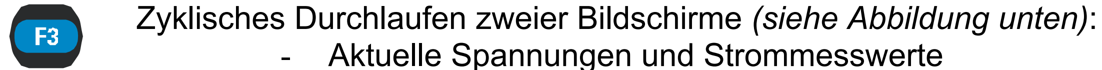
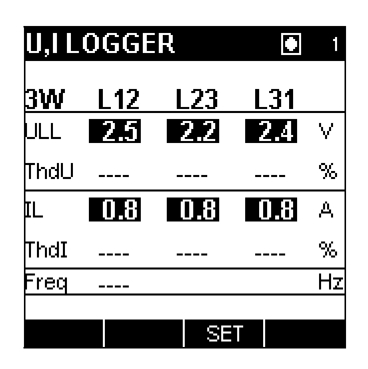


Abb. 5.6: U,I,f–AUFZEICHNUNGS-LAUF-Bildschirm

Tasten:

 F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der EINZEL-Bildschirm HALTEN U,I,f-AUFZEICHNUNG wird eingeblendet. Ansonsten wird die Aufzeichnung nach Abschluss von 150 Intervallen beendet
 F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs–Strompaare) für die Anzeige.
 F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Benutzen Sie die Enter- oder die Esc-Taste zur Rückkehr.
	Wählt Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige aus (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen).



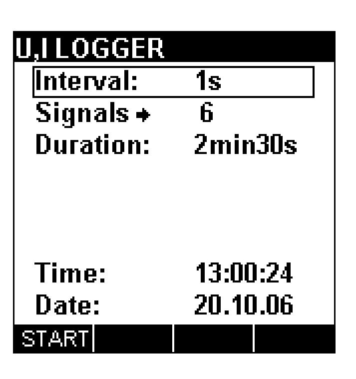


Abb. 5.7: U,I,f – MESSWERTE- und VOREINSTELLUNGS-Bildschirme

5.2.3 Bildschirme U,I,f – AUFZEICHNUNG LOG1 (Einzelkurve)

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung abgeschlossen oder vom Benutzer gestoppt worden ist. Mit einem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gescrollt werden.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{XMit}$	Einzelspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{XMit}$	Einzelstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{XMit}I_{XMit}$	Einzelspannungs- und -strompaare (x = 1 ÷ 3)
$U_{1Mit}U_{2Mit}U_{3Mit}$	alle Phasenspannungsmittelwerte
$I_{1Mit}I_{2Mit}I_{3Mit}$	alle Phasenstrommittelwerte

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.
Im oberen Datenfeld können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms);
- Abgelaufene Zeit des ausgewählten Intervalls.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.

Die Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

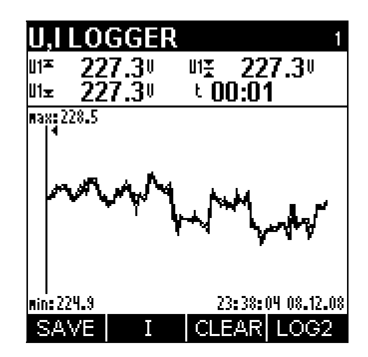


Abb. 5.8: Bildschirm U,I,f - AUFZEICHNUNG LOG1 (Einzelkurve)

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs–/Strompaare) für die Anzeige.
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
F4	Umschaltung zwischen Einzel- und Doppelhistogramm
ENTER	Wählt Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige aus (siehe Tabelle der verfügbaren Signalkombinationen).
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten;
MENU	Öffnet das U,I,f - MENÜ (in Abschnitt 6 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

5.2.4 Bildschirme U,I,f – AUFZEICHNUNG LOG2 (Doppelkurve)

In dieser Funktion kann man zwei angezeigte Kurven mit einem Cursor durchlaufen lassen, betrachten und vergleichen.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{XMit}$	Einzelspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{XMit}$	Einzelstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_{1Mit}U_{2Mit}U_{3Mit}$	alle Phasenspannungsmittelwerte
$I_{1Mit}I_{2Mit}I_{3Mit}$	alle Phasenstrommittelwerte

Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.
Im oberen Datenfeld können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms);
- Abgelaufene Zeit des ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms).

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.
Die Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

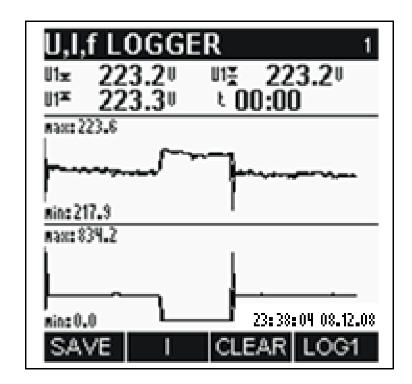


Abb. 5.9: Bildschirm U,I,f - AUFZEICHNUNG LOG2 (Doppelkurve)

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher (zusammen mit den Histogrammen).
F2	Umschaltung zwischen dem oberen (Spannung) und dem unteren (Strom) Histogramm
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
F4	Umschaltung zwischen Doppel- und Einzelhistogramm
ENTER	Wählt Spannungs- und Stromkombinationen zur Anzeige aus (siehe Liste der verfügbaren Signalkombinationen).
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten (im aktiven Histogramm)
MENU	Öffnet das U,I,f - MENÜ (in Abschnitt 6 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

6 Leistung

Die Wirkleistung wird in zwei Teile unterteilt: Import (positiv) und Export (negativ). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Größen unterschieden: positiv induktiv (+i), positiv kapazitiv (+c), negativ induktiv (-i) und negativ kapazitiv (-c). Bei der Messung in 3-Leiter-Schaltung wird der Strom im Nullleiter (I_0) nicht berücksichtigt.

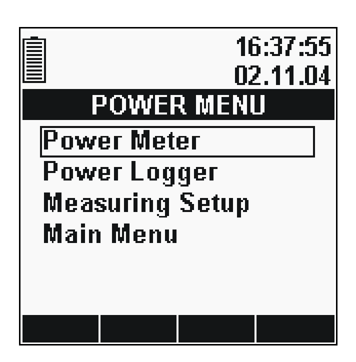
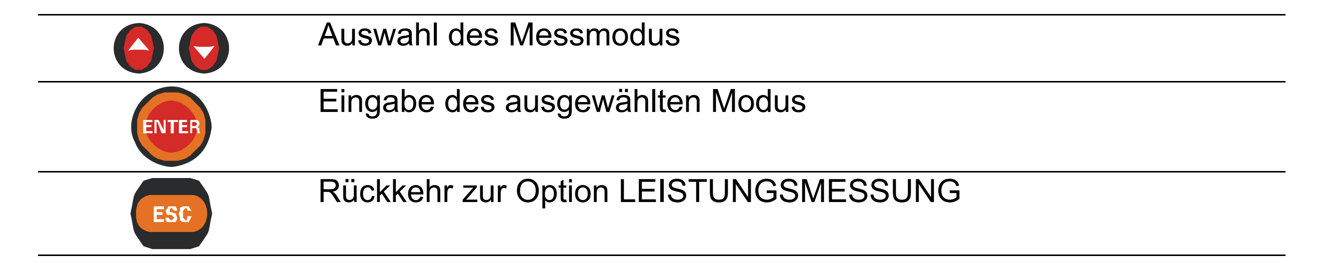


Abb. 6.1: Bildschirm LEISTUNGSMENÜ

Optionen:

Leistungs-messung	Tabellarische oder grafische Darstellung der Netzgrößen.
Leistungs-aufzeichnung	Histogramme der Leistungsgrößen.
Mess-konfiguration	Abkürzung zum Menü MESSEINSTELLUNGEN
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Tasten:



▲ ▼	Auswahl des Messmodus
ENTER	Eingabe des ausgewählten Modus
ESC	Rückkehr zur Option LEISTUNGSMESSUNG

Für die Aktivierung des LEISTUNGSMENÜS von jedem LEISTUNGSMESSUNGS-Bildschirm aus ist die *MENU*-Taste zu drücken.

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

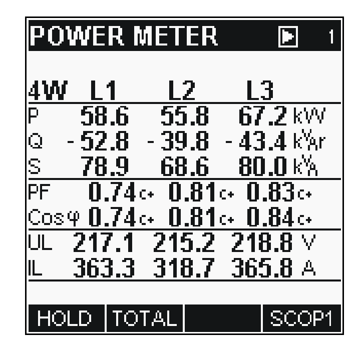
6.1 Funktionen der Leistungsmessung

Die Funktion LEISTUNGSMESSUNG besteht aus zwei Bildschirmabschnitten:

– Bildschirm LEISTUNGS-MESSWERTE, Daten in tabellarischer Form,
– Bildschirm LEISTUNGS-AUFZEICHNUNG, grafische Darstellung der gemessenen Spannungen oder Ströme mit angezeigten Größen P, Q und S.

6.1.1 Leistungsmessung

Durch Auswahl von LEISTUNG im HAUPTMENÜ wird defaultmäßig der tabellarische Bildschirm Leistungs-MESSWERTE angezeigt *(siehe Abbildung unten)*. Beachten Sie, dass der Phasenleistungsschirm (linkes Bild) nur bei 4L-Schaltung angezeigt wird.



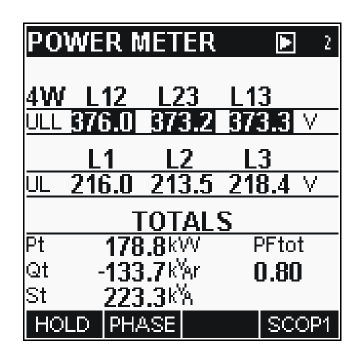


Abb. 6.2: Bildschirm LEISTUNGSMESSUNG

Anzeigeformat und Einheiten werden automatisch entsprechend den Messwerten angepasst. Folgende Größen werden angezeigt:

- Wirkleistung für jede Phase (P) oder Gesamt-Wirkleistung (P_{TOT}),
- Blindleistung für jede Phase (Q) oder Gesamt-Blindleistung (Q_{TOT}),
- Scheinleistung für jede Phase (S) oder Gesamt-Scheinleistung (P_{TOT}),
- Phasen-Effektivspannung (U_L) und/oder Effektivspannung Phase zu Phase (U_{LL}),
- Phasen-Effektivstrom (I_L),
- Leistungsfaktor für jede Phase (λ) oder Gesamt-Leistungsfaktor(λ_{TOT}),
- Cosinus φ (cosφ) für jede Phase.

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Umschalten zwischen den Bildschirmen PHASEN- und GESAMTLEISTUNG (gilt nur bei 4L-Schaltung)
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom MESSWERTE- zum KURVEN-Bildschirm
MENU	Öffnet das LEISTUNGS-MENÜ (in Abschnitt 7 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

6.1.2 Leistungs-Kurve

Diese Funktion zeigt ausgewählte Phasenspannungs- und -stromwellenformen zusammen mit Werten von P, Q und S *(siehe Abbildung unten)*. Die angezeigten Signale werden automatisch skaliert. Beachten Sie, dass bei 3L-Schaltung nur die Gesamtleistung berechnet wird.

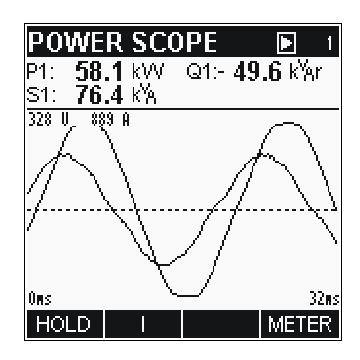


Abb. 6.3: Bildschirm LEISTUNGSKURVE

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Umschaltung zwischen U- und I-Spuren
F3	Speicherung der momentanen Größenwerte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Wechsel vom Bildschirm LEIST. KURVE in den Bildschirm LEIST. MESSWERTE
ENTER	Umschaltung zwischen Phasen (gilt nur bei 4L-Schaltung)
▲ ▼	Skalierung der angezeigten Wellenform nach Amplitude
◄ ►	Skalenzeit der angezeigten Wellenformen; Wenn diese Skalierung zur Anzeige von 32 ms eingestellt ist und sich das Instrument im HALTEN-Modus befindet, scrollt eine weitere Benutzung der Tasten *RECHTS* und *LINKS* die Wellenform durch ihre 10 Perioden.
MENU	Öffnet das LEISTUNGS-MENÜ (in Abschnitt 7 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

6.2 Funktion Leistungsaufzeichnung

Die Funktion LEISTUNGS-AUFZEICHNUNG besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

– LEISTUNGS-AUFZEICHNUNGS-Konfigurations-Bildschirm, Einstellung der Aufzeichnungsparameter,

- LEISTUNGS-AUFZEICHNUNGS-Bildschirm, Lauf-Histogramm,
- LEISTUNGS-AUFZEICHNUNGS-Bildschirm, Ansicht aufgezeichneter Signale, ein Histogramm

6.2.1 Leistungs- Aufzeichnungs-Konfigurations-Bildschirm

Nach der Wahl von LEISTUNGS-AUFZEICHNUNG im LEISTUNGS-MENÜ erscheint der LEISTUNGS-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm *(siehe Abbildung unten)*.

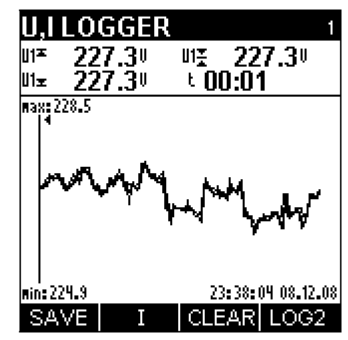


Abb. 6.4: LEISTUNGS–AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); Die gesamte Aufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt.
SIGNALS P1 P2 P3 Pt Qi1 Qi2 Qi3 Qit Qc1 Qc2 Qc3 Qct S1 S2 S3 St PFi1 PFi2 PFi3 PFit PFc1 PFc2 PFc3 PFct U1 U2 U3 I1 I2 I3	Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale.
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
Uhrzeit und Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (können im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4).

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm LEIST.AUFZ.LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des markierten Aufzeichnungssignals (wenn das Dialogfenster SIGNALE geöffnet ist).
ENTER	Öffnet das Dialogfenster SIGNALE (wenn „Signale“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden.
▲ ▼	Wählen Sie die Einstellungen „Intervall“ und „Signale“.

	Auswahl des Aufzeichnungssignals (im Dialogfeld SIGNALE)
◄ ►	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter "INTERVALL"); Auswahl des Aufzeichnungssignals (im Dialogfeld SIGNALE)
MENU	Rückkehr zum LEISTUNGSMENÜ
ESC	Rückkehr zum LEISTUNGSMENÜ

6.2.2 Bildschirme Lauf Leistungs-Aufzeichnung

Wenn der Benutzer die Aufzeichnung startet, erscheint dieser Bildschirm automatisch. Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit dazugehörigen Daten angezeigt.

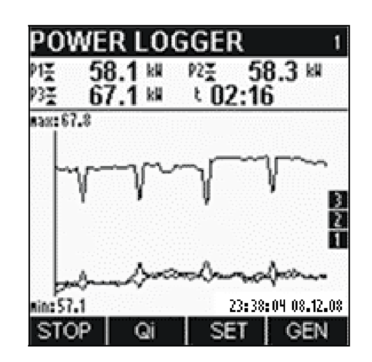


Abb. 6.5: Bildschirm LAUF LEISTUNGSAUFZEICHNUNG (Motor)

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$P_{Xmin}P_{Xmax}P_{XMit}$	Einzelphasen-Wirkleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{iXmin}Q_{iXmax}Q_{iXMit}$	Induktive Einzelphasen-Blindleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{cXmin}Q_{cXmax}Q_{cXMit}$	kapazitive Einzelphasen-Blindleistung (x = 1 ÷ 3)
$S_{Xmin}S_{Xmax}S_{XMit}$	Einzelphasen-Scheinleistung (x = 1 ÷ 3)
$\lambda_{iXmin}\lambda_{iXmax}\lambda_{iXMit}$	induktiver Einzelphasen-Leistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$\lambda_{cXmin}\lambda_{cXmax}\lambda_{cXMit}$	kapazitiver Einzelphasen-Leistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$P_{TOTmin}P_{TOTmax}P_{TOTMit}$	Gesamtwirkleistung.
$Q_{iTOTmin}Q_{iTOTmax}Q_{cTOTMit}$	kapazitive Gesamtblindleistung.
$Q_{cTOTmin}Q_{cTOTmax}Q_{cTOTMit}$	induktive Gesamtblindleistung.
$S_{TOTmin}S_{TOTmax}S_{TOTMit}$	Gesamtscheinleistung.
E_{TOT}	Gesamtenergie.
$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{XMit}$	Einzelphasenspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{XMit}$	Einzelphasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$P_{1Mit}P_{2Mit}P_{3Mit}$	Mittelwerte der Wirkleistung für alle Phasen.
$Q_{1iMit}Q_{2iMit}Q_{3iMit}$	Mittelwerte der induktiven Blindleistung für alle Phasen.
$Q_{1cMit}Q_{2cMit}Q_{3cMit}$	Mittelwerte der kapazitiven Blindleistung für alle Phasen.
$S_{1Mit}S_{2Mit}S_{3Mit}$	Mittelwerte der Scheinleistung für alle Phasen.
$U_{1Mit}U_{2Mit}U_{3Mit}$	Spannungsmittelwert für alle Phasen.

$I_{1Mit}I_{2Mit}I_{3Mit}$ Strommittelwert für alle Phasen.

Alle Signale können im GENERATOR- (erzeugt [-]) oder MOTOR-Modus (aufgenommen [+]) angezeigt werden.

Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden ebenfalls als ein grafisches Histogramm angezeigt. Das letzte Intervall erscheint rechts und rollt nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn die ersten Intervalldaten die linke Seite des Displays erreicht haben (nach 150 Intervallen), oder wenn sie von Hand gestoppt wird.

Die angezeigten Histogramme werden stets automatisch skaliert. Im Gegensatz zu den Kurvenmodi können die Signale nicht manuell skaliert werden.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der EINZEL-Bildschirm HALTEN U,I,f-AUFZEICHNUNG wird eingeblendet. Ansonsten wird die Aufzeichnung nach Abschluss von 150 Intervallen beendet
F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Benutzen Sie die Enter- oder die Esc-Taste zur Rückkehr.
ENTER	Auswahl der verfügbaren Signalkombination zur Anzeige
F4	Wechsel von den Bildschirmen LEISTUNGSAUFZEICHNUNG MOTOR zu den Bildschirmen LEISTUNGSAUFZEICHNUNG GENERATOR.

POWER LOGGER

4W	L1	L2	L3	
UL	229.5	18.5	18.6	V
ThdU	3.6	20.0	19.9	%
IL	18	18	19	A
ThdI	----	----	----	%
Freq	50.47			Hz

SET

POWER LOGGER

Interval: 1s
Signals: 30
Duration: 2min30s
Time: 12:17:17
Date: 20.10.06

METER

Abb. 6.6: Leistungsaufzeichnung – Bildschirme MESSUNG und VOREINSTELLUNG

6.2.3 Bildschirme Halten Leistungs-Aufzeichnung

Diese Funktion wird aktiv, nachdem die Aufzeichnung vollständig ist.
Mit dem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gescrollt werden.

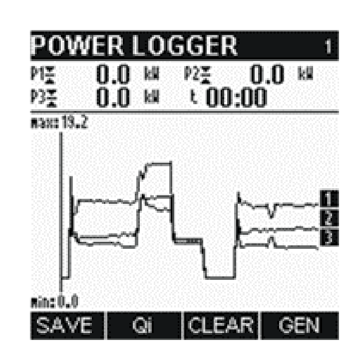


Abb. 6.7: Bildschirm LEISTUNGSAUFZEICHNUNG (Motor)

Verfügbare Signalkombinationen sind:

Signal	Beschreibung
$P_{Xmin}P_{Xmax}P_{XMit}$	Einzelphasen-Wirkleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Ximin}Q_{Ximax}Q_{XiMit}$	Induktive Einzelphasen-Blindleistung (x = 1 ÷ 3)
$Q_{Xcmin}Q_{Xcmax}Q_{XcMit}$	kapazitive Einzelphasen-Blindleistung (x = 1 ÷ 3)
$S_{Xmin}S_{Xmax}S_{XMit}$	Einzelphasen-Scheinleistung (x = 1 ÷ 3)
$\lambda_{Ximin}\lambda_{Ximax}\lambda_{XiMit}$	induktiver Einzelphasen-Leistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$\lambda_{Xcmin}\lambda_{Xcmax}\lambda_{XcMit}$	kapazitiver Einzelphasen-Leistungsfaktor (x = 1 ÷ 3)
$U_{Xmin}U_{Xmax}U_{XMit}$	Einzelphasenspannung (x = 1 ÷ 3)
$I_{Xmin}I_{Xmax}I_{XMit}$	Einzelphasenstrom (x = 1 ÷ 3)
$P_{1Mit}P_{2Mit}P_{3Mit}$	Mittelwerte der Wirkleistung für alle Phasen.
$Q_{1iMit}Q_{2iMit}Q_{3iMit}$	Mittelwerte der induktiven Blindleistung für alle Phasen.
$Q_{1cMit}Q_{2cMit}Q_{3cMit}$	Mittelwerte der kapazitiven Blindleistung für alle Phasen.
$S_{1Mit}S_{2Mit}S_{3Mit}$	Mittelwerte der Scheinleistung für alle Phasen.
$U_{1Mit}U_{2Mit}U_{3Mit}$	Spannungsmittelwert für alle Phasen.
$I_{1Mit}I_{2Mit}I_{3Mit}$	Strommittelwert für alle Phasen.
$P_{TOTmin}P_{TOTmax}P_{TOTMit}$	Gesamtwirkleistung.
$Q_{iTOTmin}Q_{iTOTmax}Q_{cTOTMit}$	kapazitive Gesamtblindleistung.
$Q_{cTOTmin}Q_{cTOTmax}Q_{cTOTMit}$	induktive Gesamtblindleistung.
$S_{TOTmin}S_{TOTmax}S_{TOTMit}$	Gesamtscheinleistung.
ETOT	Gesamtenergie.

Alle Signale können im GENERATOR- (erzeugt [-]) oder MOTOR-Modus (aufgenommen [+]) angezeigt werden.

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden.

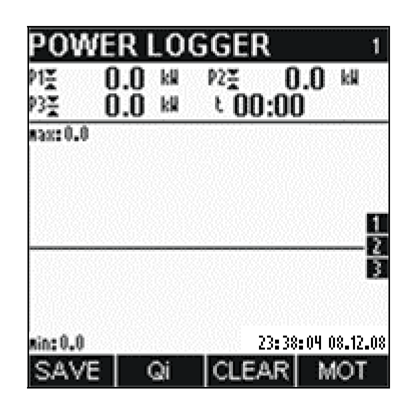


Abb. 6.8: Bildschirm LEISTUNGSAUFZEICHNUNG (Generator)

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von **P, Qi, Qc, S, λi, λc, TOT, U, I, ENG.**
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm LEIST.AUFZ.KONFIG.
F4	Wechsel von den Bildschirmen LEISTUNGSAUFZEICHNUNG MOTOR zu den Bildschirmen LEISTUNGSAUFZEICHNUNG GENERATOR.
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; In den oberen Zeilen werden die Daten am Cursor mit der entsprechenden Zeit eingeblendet.
MENU	Öffnet das LEISTUNGS-MENÜ (in Abschnitt 7 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

7 Oberschwingungen

Die Funktion "Oberschwingungen" zeigt Spannungs- und Stromsignale als Summe von Sinuskurven der Netzfrequenz und ihrer ganzzahligen Vielfachen. Die Netzfrequenz wird Grundfrequenz genannt. Eine Sinuswelle mit einer Frequenz des k-Fachen der Grundwelle wird Harmonische oder Oberschwingung genannt und mit der Amplitude und einer Phasenverschiebung (Phasenwinkel) gegenüber einem Signal mit der Grundfrequenz gekennzeichnet.

Eine "diskrete Fouriertransformation" (DFT) genannte Berechnung oder ihre schnellere Version, die "fast Fourier transformation" (FFT), wird zur Umsetzung einer Folge von Eingangsdaten in sinusförmige Komponenten benutzt.

Die Funktion "Oberschwingungen" zeigt das Ergebnis von FFT-Berechnungen im numerischen oder grafischen Modus an.

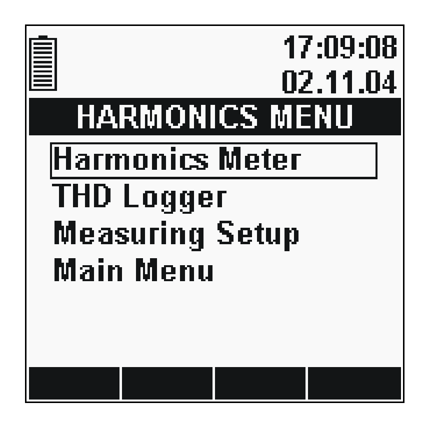


Abb. 7.1: Bildschirm MENÜ OBERSCHWINGUNGEN

Optionen:

Oberschwin-gungsmessung	Tabellarische oder grafische Darstellung der Größen der Oberschwingungen.
THD-Aufzeichnung	Histogramme der Größen der Oberschwingungen.
Mess-konfiguration	Abkürzung zum Menü MESSEINSTELLUNGEN
Hauptmenü	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

Das Umschalten zwischen den Funktionen MESSUNG der HARMONISCHEN und AUFZEICHNUNG der HARMONISCHEN geschieht durch Drücken der Taste *MENU* in jedem Bildschirm (MESSUNG, KURVE oder AUFZEICHNUNG).

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

7.1 Funktion Oberschwingungsmessung

Die Funktion OBERSCHWINGUNGSMESSUNG besteht aus drei Bildschirmabschnitten:

- Bildschirm OBERSCHWINGUNGSMESSWERTE, Daten in tabellarischer Form,
- Bildschirm OBERSCHWINGUNGEN KURVE1, Darstellung von Signalen in grafischer Form, eine Kurve,
- Bildschirm OBERSCHWINGUNGEN KURVE2, Darstellung von Signalen in grafischer Form, zwei Kurven.

7.1.1 Tabellenbildschirm OBERSCHWINGUNGS-MESSWERTE

Durch Auswahl von OBERSCHWINGUNGEN im HAUPTMENÜ wird defaultmäßig der tabellarische Bildschirm OBERSCHWINGUNGEN – MESSWERTE angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

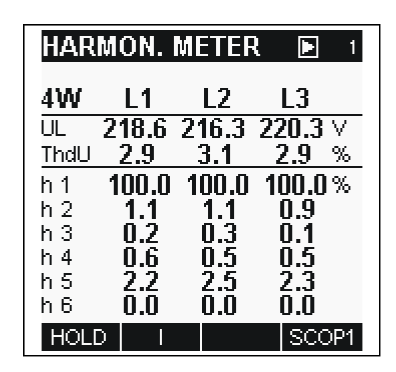


Abb. 7.2: Tabellenbildschirm OBERSCHWINGUNGS-MESSWERTE

Das Anzeigeformat und die Einheiten (V, kV, A, kA) werden automatisch entsprechend den Messwerten gewählt. Folgende Größen werden angezeigt:

- Phasen-Effektivspannung (U_L) und/oder Effektivspannung Phase zu Phase (U_{LL}) für jede Phase,
- Phasen-Effektivstrom (I_L),
- Gesamtoberschwingungsgehalt von Spannung (ThdU) und Strom (ThdI).
- Alle / die geraden / die ungeraden Harmonischen bis zur 50. in Prozent von U_{nenn} / I_{nenn} oder als Effektivwert.

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Auswahl von Spannungs- und Stromharmonischen zur Ansicht
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom tabellarischen Bildschirm MESSWERTE zum grafischen Bildschirm KURVE1 (Einzelkurve).
▲ ▼	Blättern durch die Oberschwingungskomponenten
ENTER	Umschaltung zwischen der Anzeige aller/ der geraden oder der ungeraden Harmonischen

MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.1.2 Bildschirm OBERSCHWINGUNGEN KURVE1 (Einzelkurve)

Diese Funktion zeigt das Ergebnis von FFT-Berechnungen im numerischen und grafischen Modus an. Standardmäßig wird die angezeigte Kurve automatisch skaliert.

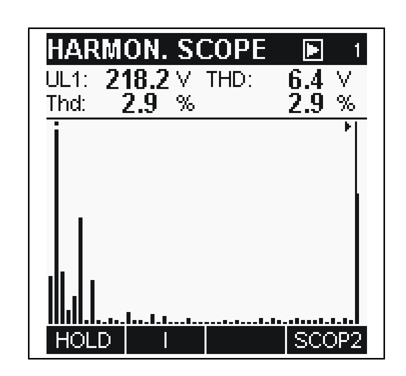


Abb. 7.3: Bildschirm OBERWELLEN-KURVE (Einzelkurve)

Die oberste Zeile gibt Informationen über die gewählte Phase (U_1, U_2, U_3, I_1, I_2, I_3), ihren Effektivwert und den Wert der Oberwelle, auf die der Cursor weist / Gleichspannungswert / Gesamtoberschwingungsgehalt in Prozent und Effektivwert des Nenneingangswerts.
Die Kurve besteht aus 52 Balken - Der erste zeigt den Gleichspannungswert, die nächsten 50 die Oberschwingungen und der 52. die THD.
Wenn ein Balken den sichtbaren Bereich überschreitet, wird über ihn eine Marke (Punkt) gesetzt.

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Auswahl von Spannungs- und Stromharmonischen zur Ansicht
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom Bildschirm KURVE1 (Einzelkurve) zum Bildschirm KURVE2 (Doppelkurve).
ENTER	Umschaltung zwischen den Phasen
▲ ▼	Skalierung des angezeigten Balkendiagramms über die Amplitude für bessere Betrachtung
◄ ►	Bewegung des Cursors zwischen den harmonischen Komponenten

MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

7.1.3 OBERSCHWINGUNGEN KURVE2 (Doppelkurve)

Diese Funktion zeigt Oberschwingungskurven für Spannung und Strom auf einem Bildschirm an. Die obere Kurve zeigt die Spannungsoberschwingungen, die untere die Stromoberschwingungen. Die oberste Zeile gibt Informationen über die gewählte Phase (U1, U2, U3, I1, I2, I3), ihren Effektivwert und den Wert der Oberwelle, auf die der Cursor weist / Gleichspannungswert / Gesamtoberschwingungsgehalt in Prozent und Effektivwert des Nenneingangswerts *(siehe Abbildung unten).*

Die angezeigten Balkendiagramme werden stets automatisch skaliert.

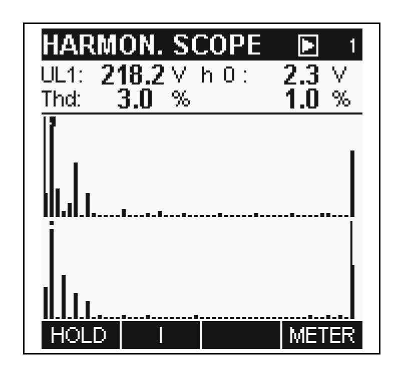


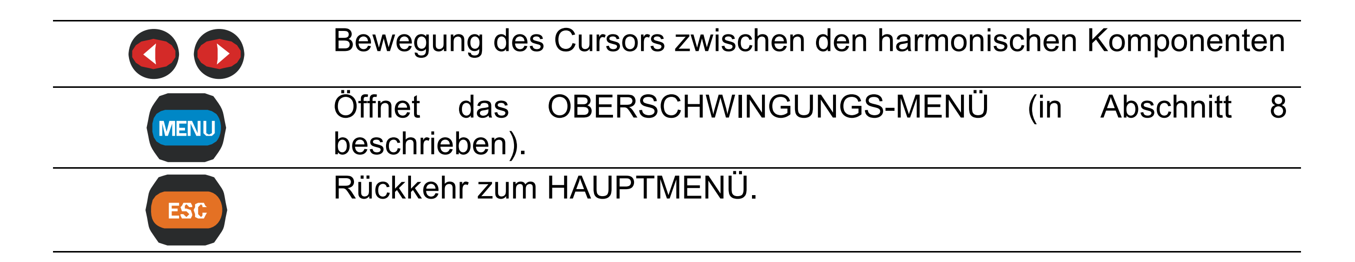
Abb. 7.4: Bildschirm OBERWELLEN-KURVE (Doppelkurve)

Jede Kurve enthält 52 Balken - Der erste zeigt den Gleichspannungswert, die nächsten 50 die Oberschwingungen und der 52. die THD.

Wenn ein Balken den sichtbaren Bereich überschreitet, wird über ihn eine Marke (Punkt) gesetzt (siehe *Abb. 7.4 , Bildschirm Oberschwingungs-Kurve (Doppelkurve)*.

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen den Modi HALTEN (Die Ergebnisse werden im Display eingefroren.) und LAUF (Die Ergebnisse werden einmal pro Sekunde aktualisiert.).
F2	Umschaltung zwischen der Anzeige der Spannungs- und Stromoberschwingungswerte
F3	Speicherung der angezeigten Werte im nichtflüchtigen Speicher (im HALTEN-Modus)
F4	Umschaltung vom Doppelkurven-Bildschirm KURVE2 zum tabellarischen Bildschirm MESSWERTE.
ENTER	Umschaltung zwischen den Phasen
▲ ▼	Skalierung des ausgewählten Balkendiagramms (Spannung oder Strom) über die Amplitude



◄ ►	Bewegung des Cursors zwischen den harmonischen Komponenten
MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

7.2 Funktion AUFZEICHNUNG GESAMTOBERSCHWINGUNGSGEHALT (THD)

Die Funktion THD-AUFZEICHNUNG besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- Bildschirm THD-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION, Einstellung der Aufzeichnungsparameter
- Bildschirme LAUF THD - AUFZEICHNUNG, Lauf-Histogramm,
- Bildschirme THD – AUFZEICHNUNG LOG1, Ansicht aufgezeichneter Signale, ein Balkendiagramm
- THD - AUFZEICHNUNG LOG2, Ansicht aufgezeichneter Signale, zwei Balkendiagramme

7.2.1 Bildschirm EINRICHTUNG THD-AUFZEICHNUNG

Nach der Wahl von THD-AUFZEICHNUNG im OBERSCHWINGUNGS-MENÜ erscheint der THD-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATIONS-Bildschirm *(siehe Abbildung unten)*.

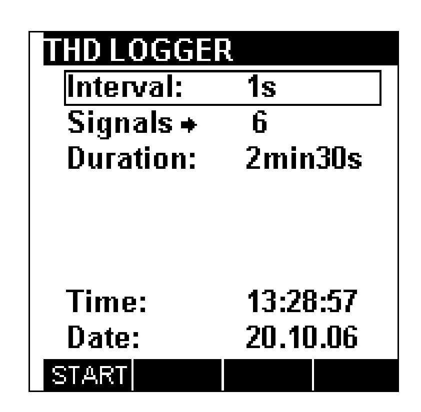


Abb. 7.5: THD-AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION

Einstellungen:

Intervall:	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 s bis 30 min); Die gesamte Aufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt.
SIGNALS THDU1 THDU2 THDU3 THDI1 THDI2 THDI3	Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale.
Dauer:	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm THD-AUFZ.LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des aktuellen Aufzeichnungskanals (wenn das Dialogfenster SIGNALE geöffnet ist).
▲ ▼	Wählen Sie die Optionen „Intervall“ und „Signale“ . Scrollen zwischen den Aufzeichnungssignalen im Dialog SIGNALE
◄ ►	Änderung der Intervallzeit (bei der Einstellung unter "INTERVALL"); Scrollen zwischen den Aufzeichnungssignalen im Dialog SIGNALE
ENTER	Öffnet das Dialogfenster SIGNALE (wenn „Signale“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden.
MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ. Schließen des Dialogfeldes SIGNALE (sofern es eingeblendet ist)

7.2.2 Bildschirme LAUF THD-AUFZEICHNUNG

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.
Bei dieser Funktion werden Signalhistogramme zusammen mit der Übersicht ihrer Einzelheiten angezeigt.

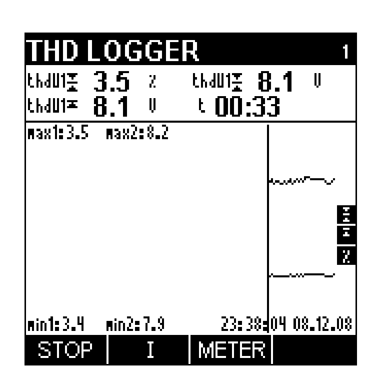


Abb. 7.6: Bildschirm LAUF THD-AUFZEICHNUNG

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{XMit}$ (%) $thdU_{XMit}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Einzelphasenspannungs-THD- und -Effektivwerte (x = 1 ÷ 3)
$thdI_{XMit}$ (%) $thdI_{XMit}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Einzelphasenstrom-THD- und -Effektivwerte (x = 1 ÷ 3)
$thdU_{1Mit}$ (%) $thdU_{2Mit}$ (%) $thdU_{3Mit}$ (%)	Spannungs-THD-Werte für alle Phasen
$thdU_{1Mit}$ (V) $thdU_{2Mit}$ (V) $thdU_{3Mit}$ (V)	Spannungs-Effektivwerte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (%) $thdI_{2Mit}$ (%) $thdI_{3Mit}$ (%)	Strom-THD-Werte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (A) $thdI_{2Mit}$ (A) $thdI_{3Mit}$ (A)	Strom-Effektivwerte für alle Phasen

Im oberen Datenfeld werden folgende Werte angezeigt:

- Spannungs- und Strom-THD-Werte in Prozent von U_{nenn} oder I_{nenn} und als Effektivwert
- Abgelaufene Zeit.

Daten aller abgeschlossenen Intervalle werden als ein grafisches Histogramm angezeigt. Die Daten des letzten Intervalls erscheinen rechts und scrollen nach links, wenn neue Intervalle abgeschlossen und angezeigt werden. Die Messung ist abgeschlossen, wenn die ersten Intervalldaten die linke Seite des Displays erreicht haben (nach 150 Intervallen), oder wenn sie von Hand gestoppt wird.
Die angezeigten Größen entsprechen denen im Datenfeld.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der Bildschirm THD-AUFZEICHNUNG LOG1 wird angezeigt.
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-THD-Histogrammen zur Ansicht
F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Benutzen Sie die Enter- oder die Esc-Taste zur Rückkehr.
ENTER	Auswahl verfügbarer THD-Signale zur Anzeige

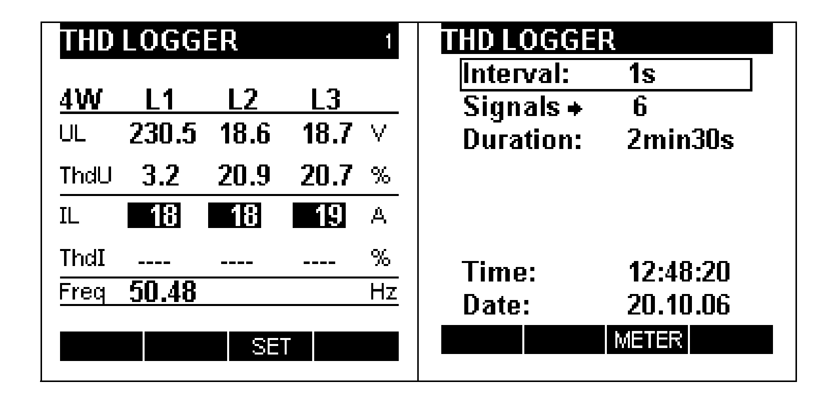


Abb. 7.7: THD–Aufzeichnung – Bildschirme MESSUNG und VOREINSTELLUNG

7.2.3 Bildschirme THD-AUFZ.LOG1

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Mit einem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gescrollt werden.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{XMit}$ (%) $thdU_{XMit}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Einzelphasenspannungs-THD- und -Effektivwerte (x = 1 ÷ 3)
$thdI_{XMit}$ (%) $thdI_{XMit}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Einzelphasenstrom-THD- und -Effektivwerte

	(x = 1 ÷ 3)
$thdU_{1Mit}$ (%) $thdU_{2Mit}$ (%) $thdU_{3Mit}$ (%)	Spannungs-THD-Werte für alle Phasen
$thdU_{1Mit}$ (V) $thdU_{2Mit}$ (V) $thdU_{3Mit}$ (V)	Spannungs-Effektivwerte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (%) $thdI_{2Mit}$ (%) $thdI_{3Mit}$ (%)	Strom-THD-Werte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (A) $thdI_{2Mit}$ (A) $thdI_{3Mit}$ (A)	Strom-Effektivwerte für alle Phasen

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Alle Daten werden grafisch (Aufzeichnungskurve) und in Werten (oberste Zeile) angezeigt.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

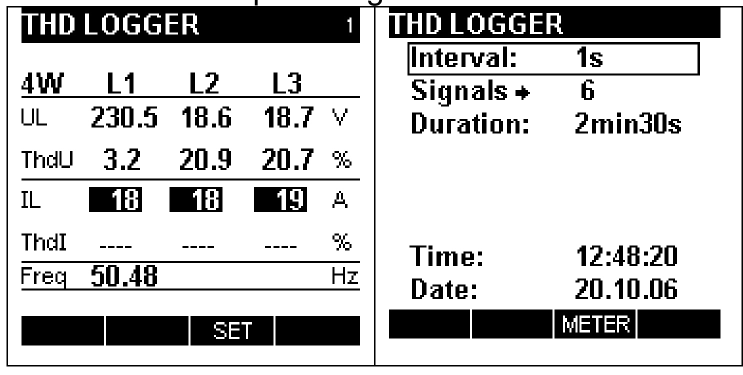


Abb. 7.8: THD-AUFZ.LOG1 (Einzelbildschirm)

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-THD-Werten zur Ansicht
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm U,I,f AUFZ.KONFIG.
F4	Umschalten vom EINZEL-Bildschirm HALTEN THD-AUFZEICHNUNG (Einzelhistogramm) zum DOPPEL-Bildschirm HALTEN THD-AUFZEICHNUNG (Doppelhistogramm)
ENTER	Wählt während der Aufzeichnung überwachte THD-Signale (Spannungs- oder Strom-THD-Werte).
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; In den oberen Zeilen werden die Daten an der Cursorposition mit der entsprechenden Zeit eingeblendet.
MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ

7.2.4 Bildschirme THD-AUFZ.LOG2

In dieser Funktion kann man zwei angezeigte Histogramme mit einem Cursor durchlaufen lassen, betrachten und vergleichen.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

$thdU_{XMit}$ (%) $thdU_{XMit}$ (V) $thdU_{Xmax}$ (V)	Einzelphasenspannungs-THD- und -Effektivwerte (x = 1 ÷ 3)
$thdI_{XMit}$ (%) $thdI_{XMit}$ (A) $thdI_{Xmax}$ (A)	Einzelphasenstrom-THD- und -Effektivwerte (x = 1 ÷ 3)
$thdU_{1Mit}$ (%) $thdU_{2Mit}$ (%) $thdU_{3Mit}$ (%)	Spannungs-THD-Werte für alle Phasen
$thdU_{1Mit}$ (V) $thdU_{2Mit}$ (V) $thdU_{3Mit}$ (V)	Spannungs-Effektivwerte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (%) $thdI_{2Mit}$ (%) $thdI_{3Mit}$ (%)	Strom-THD-Werte für alle Phasen
$thdI_{1Mit}$ (A) $thdI_{2Mit}$ (A) $thdI_{3Mit}$ (A)	Strom-Effektivwerte für alle Phasen

Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer Form angezeigt.
Im aktiven Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das gewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle verschoben werden.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

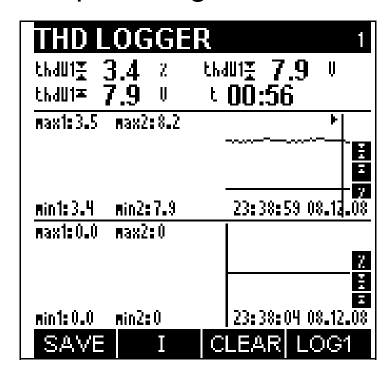


Abb. 7.9: THD-AUFZ.LOG2 (Doppelbildschirm)

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von Spannungs- und Strom-THD-Werten zur Ansicht im oberen Datenfeld.
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm THD.AUFZ.KONFIG.
F4	Schaltet von den Bildschirmen EINSCH.-AUFZ.LOG2 zu den Bildschirmen EINSCH.-AUFZ.LOG1.
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten im gewählten (aktiven) Aufzeichnungshistogramm. In der oberen Zeile werden die Daten am Cursor mit der entsprechenden Zeit eingeblendet
MENU	Öffnet das OBERSCHWINGUNGS-MENÜ (in Abschnitt 8 beschrieben).
ESC	Rückkehr in das HAUPTMENÜ

8 Einschaltstöße*

Hohe Einschaltspitzen von Motoren können die Auslösung von Leistungsschaltern, bzw. das Öffnen von Sicherungen bewirken. Der maximal zu erwartendes Strom während des Einschaltens könnte 6- bis 14-mal größer sein als der Volllaststrom des Motors.

Diese Funktion beruht auf dem Prinzip, Daten aufzuzeichnen, die an einem Stromeingang den eingestellten Pegel mit positiver oder negativer Flanke überschreiten.

Wenn ein solches Ereignis (Einschaltstromstoß) auftritt, werden die Daten nach dem Triggern und in der Zeit davor (1/5 der vom Anwender gewählten „Dauer“) bis zum Ende der „Dauer“ aufgezeichnet.

Die Funktion EINSCHALT-AUFZEICHNUNG besteht aus 4 Bildschirmabschnitten:

- Bildschirm EINSCHALTEN - AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION, Einstellung der Aufzeichnungsparameter
- Bildschirm LAUF EINSCHALTSTROM-AUFZEICHNUNG, Lauf-Histogramm,
- Bildschirme EINSCHALTEN - AUFZEICHNUNG LOG1, Ansicht aufgezeichneter Signale, ein Histogramm,
- Bildschirme EINSCHALTEN - AUFZEICHNUNG LOG2, Ansicht aufgezeichneter Signale, zwei Histogramme,

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

8.1 Konfigurationsbildschirm EINSCH.AUFZ.

Durch Auswahl von EINSCHALTSTOSS im HAUPTMENÜ wird Bildschirm EINRICHTUNG EINSCHALTSTOSS – AUFZEICHNUNG angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

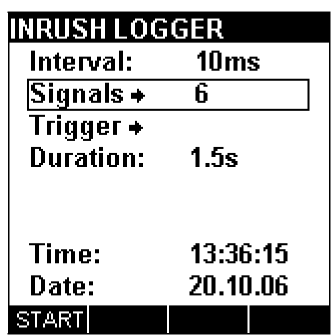


Abb. 8.1: EINRICHTUNG EINSCHALTSTOSS – AUFZEICHNUNG

Einstellungen:

* Nur Power Q Plus

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 10 ms bis 200 ms). Die gesamte Aufzeichnungszeit wird im Feld „Dauer“ angezeigt.
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige)
SIGNALS U1 U2 U3 I1 I2 I3	Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale.
TRIGGER I1 I2 I3 Level:100.0% 1000 A Slope: RISE	Einrichtung des Triggers: - Stromeingang für Triggerquelle, - Triggerpegel, bei dem das Aufzeichnen des Einschaltstoßes startet, - Richtung der Triggerflanke.

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Die Bildschirme EINSCH.AUFZ.LAUF werden eingeblendet.
F3	Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des in KANÄLE markierten Aufzeichnungskanals und der im TRIGGER-Dialog markierten Triggerquelle.
	Wählen Sie die Einstellungen „Intervall“ , „Signale“ oder „Trigger“. Wenn Sie sich im Dialogfenster „Signale“ befinden, scrollen Sie zwischen Spannungs- und Stromwerten. Im „Trigger“-Dialogfenster scrollen Sie zwischen Triggerquelle, Triggerpegel und Triggerflanke.
	Wenn „Intervall“ ausgewählt ist, ändern Sie die Intervallzeit. Wenn der „Signale“-Dialog geöffnet ist, scrollen Sie durch alle Kanäle. Wenn der „Trigger“-Dialog geöffnet ist, scrollen Sie durch Triggerquellen / Triggerpegel ändern / Triggerflanke ändern.
ENTER	Öffnet das Dialogfenster SIGNALE (wenn „Signale“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden. Öffnet das Dialogfenster TRIGGER (wenn „Trigger“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die Triggerkanäle gewählt werden, Pegel und Flanke des Triggersignals können definiert werden.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ. Schließen des Dialogfeldes „Signale“ oder „Trigger“ (sofern es eingeblendet ist).

8.2 Bildschirme LAUF EINSCHALTSTROMAUFZEICHNUNG

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.

Diese Funktion zeigt Einzel-Kurvenformen mit der Übersicht ihrer Einzelheiten *(siehe Abbildung unten)*.

Verfügbare Signalkombinationen sind:

U_X	Einzelspannung (x = 1 ÷ 3)
I_X	Einzelstrom (x = 1 ÷ 3)
$U_1U_2U_3$	alle Phasenspannungen
$I_1I_2I_3$	alle Phasenströme

Für jedes Signal können bis zu 10 Signalperioden betrachtet werden.
Die angezeigten Signale werden automatisch skaliert.

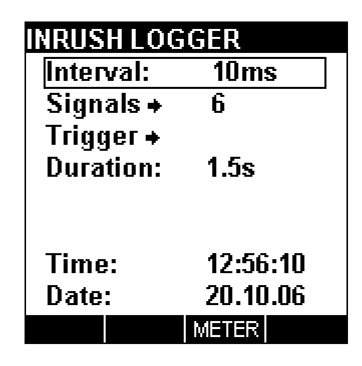


Abb. 8.2: Bildschirm LAUF EINSCH.-AUFZEICHNUNG

Anmerkung: Wenn der Benutzer die Einschaltaufzeichnung anhält, werden keine Daten aufgezeichnet.
Die Aufzeichnung von Daten erfolgt nur, wenn der Trigger aktiviert wird.

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der EINZEL-Bildschirm HALTEN EINSCHALTSTROM-AUFZEICHNUNG öffnet sich.
F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs–/Strompaare) für die Anzeige.
F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Benutzen Sie die Enter- oder die Esc-Taste zur Rückkehr.
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige



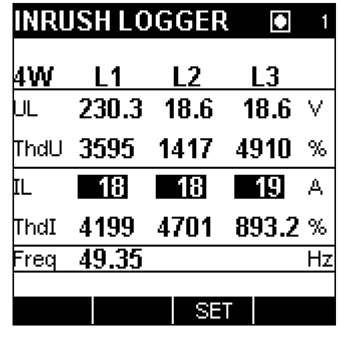


Abb. 8.3: EINSCH.–Aufzeichnung – Bildschirme MESSUNG und VOREINSTELLUNG

8.3 Bildschirm EINSCH.-AUFZ.LOG1

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Mit dem Cursor kann durch die aufgezeichnete Signalspur gescrollt werden.

Die Daten werden in grafischer (Aufzeichnungshistogramm) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.

In den Datenfeldern können folgende Werte eingeblendet werden:

- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms);
- Zeit relativ zur Zeit des Triggerereignisses.

Im Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das gewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle verschoben werden.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

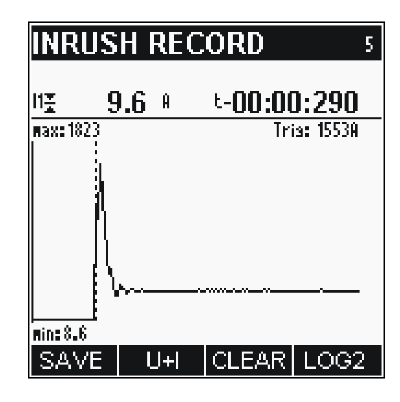


Abb. 8.4: Bildschirm EINSCH.-AUFZ.LOG1

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) und U+I (Spannungs–/Strompaare) für die Anzeige.
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm EINRICHTUNG EINSCHALTAUFZEICHNUNG.
F4	Schaltet von EINSCH.-AUFZ.LOG1 (Einzelbildschirm) zu EINSCH.-AUFZ.LOG2 (Doppelbildschirm).
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten; In der oberen Zeile werden die Daten an der Cursorposition mit der entsprechenden Zeit eingeblendet.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

8.4 Bildschirm EINSCH.-AUFZ.LOG2

Aufgezeichnete Daten können in zwei verschiedenen Histogrammen betrachtet und verglichen werden.

Die Daten werden in grafischer (2 Histogramme) und numerischer (Intervalldaten) Form angezeigt.

In den Datenfeldern können folgende Werte eingeblendet werden:
- Minimum, Maximum und Mittelwert des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls (des aktiven Histogramms);
- Zeit relativ zur Zeit des Triggerereignisses.

Im aktiven Histogramm kann die vollständige Spur des ausgewählten Signals betrachtet werden. Der Cursor wird auf das gewählte Intervall positioniert und kann über alle Intervalle verschoben werden.

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

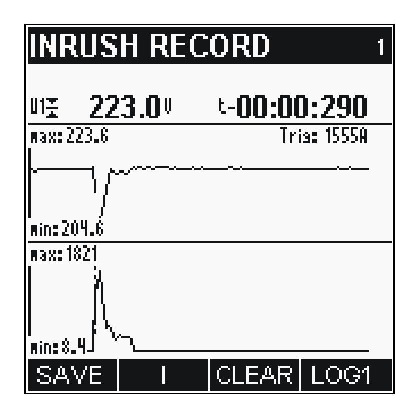


Abb. 8.5: Bildschirm EINSCH.-AUFZ.LOG2

Tasten:

Taste	Beschreibung
F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Wählt U (Spannungen), I (Ströme) oder U+I (Spannungs–/Strompaare) für die Anzeige.
F3	Löschen der Werte auf dem Bildschirm und Rückkehr in den Bildschirm EINSCHALTEN - AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION
F4	Schaltet von den Bildschirmen EINSCH.-AUFZ.LOG2 zu den Bildschirmen EINSCH.-AUFZ.LOG1.
ENTER	Auswahl verfügbarer Signalkombinationen zur Anzeige
◄ ►	Scrollen des Cursors entlang der aufgezeichneten Daten (im aktiven Histogramm). In der oberen Zeile werden die Daten an der Cursorposition mit der Zeit bezüglich des Trigger-Ereignisses eingeblendet.
MENU	Rückkehr zum Menü EINSCHALTEN - AUFZEICHNUNGS-KONFIGURATION
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

9 Spannungsqualität*

Die Funktion "Spannungsgüte" speichert folgende Parameter und wertet sie aus: U_{Mit}, kurze Spannungseinbrüche, transiente Überspannungen, Unterbrechungen, Frequenz, THD und Unsymmetrie. Sie werden alle entsprechend der internationalen Norm EN 50160 : 1999 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen" berechnet. Zu Einzelheiten der EN 50160 siehe Abschnitt 15.7. Der Anwender kann die Nennspannung und die Integrationsperiode bestimmen. Zusätzlich kann er vordefinierte (EN 50160) oder kundenspezifische Schwellwerte für Spannungsabweichungen, Spannungseinbrüche, transiente Überspannungen und Unterbrechungen wählen. Während und nach der Messung wird ein Balkendiagramm benutzt, um die Ergebnisse und die Einhaltung der Norm auszuwerten. Im Balkendiagramm können folgende Werte beobachtet werden (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT):

- U: Stellt Abweichung der Phasenspannungen von der Nennspannung in drei Balken (L1, L2, L3) dar. Der untere (ausgefüllte) Teil des Balkens stellt die Abweichung für 95 % der Daten (Daten: Spannungsmittelwert über das Aufzeichnungsintervall) von der Nennspannung bezüglich einer gegebenen Schwelle dar. Je niedriger dieser ausgefüllte Balken ist, desto niedriger ist die Abweichung von der Nennspannung. Wenn jedoch dieser ausgefüllte Balken die Lim-Linie im Diagramm schneidet, bedeutet das, dass die Schwelle überschritten ist und weniger als 95 % der Daten innerhalb des gegebenen Schwellwertes 10 % liegen. Die Messwerte erfüllen nicht die Norm EN 50160.
  Der obere, unausgefüllte Teil des Spannungsbalkens (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) stellt die maximale Abweichung von U_{nenn} für alle Daten (100 %) dar. Wenn dieser Balken die 100-%-Grenzwertlinie nicht schneidet, bedeutet das, dass alle Daten innerhalb von +10 %, -15 % liegen. EN 50160 fordert zusätzlich, dass alle gemessenen Spannungen innerhalb des Bereiches +10 %, -15 % liegen sollten.
- THD: Stellt den Gesamt-Oberschwingungsgehalt in drei Balken (L1, L2, L3) dar, einem für jede Phase. Die Grenzwertlinie (Lim, 100%) zeigt 8% der THD. Der untere, ausgefüllte Teil stellt 95 % der gesammelten Daten dar, während der obere, unausgefüllte Teil die Statistik für alle Daten darstellt. Wenn daher der gefüllte Balken die Lim-Linie (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) nicht kreuzt, bedeutet das, dass die THD der Norm EN 50160 entspricht. Wenn der ungefüllte Balken die 100-%-Linie nicht schneidet, bedeutet das, dass die THD während der gesamten Aufzeichnung niedriger als 8 % war.
- UNTBR.: Stellt Unterbrechungen in drei Balken (L1, L2, L3) dar, einem pro Phase; die Grenzwertlinie zeigt 100 Unterbrechungen.
- EREIGNISSE: Stellt Einbrüche und Überspannungen in drei Balken (L1, L2, L3) dar, einem pro Phase; die Grenzwertlinie zeigt 100 Ereignisse.
- SYM: Stellt Unsymmetrie im Drehstromnetz dar. Die Grenzwertlinie (Lim, 100%) zeigt, ob die Unsymmetrie größer als 2 % war. Der untere Teil des Balkens stellt 95 % der Daten dar, während der obere alle Daten darstellt. Wenn der ungefüllte Balken die Grenzwertlinie nicht schneidet, bedeutet das, dass alle Daten innerhalb des 2-%-Bereiches liegen. Wenn daher der gefüllte Balken die Lim-Linie (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) nicht kreuzt,

* Nur Power Q Plus

bedeutet das, dass die Unsymmetrie der Norm EN 50160 entspricht. Wenn der ungefüllte Balken die 100-%-Linie nicht schneidet, bedeutet das, dass die Unsymmetrie während der gesamten Aufzeichnung niedriger als 2% war.

- f: Stellt die Frequenzabweichung dar; die Grenzwertlinie zeigt 1 % von 50 Hz. Der untere (gefüllte) Teil des Balkens (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) stellt 95,5% der Daten dar, während der obere alle Daten darstellt. Wenn der gefüllte Balken die Grenzwertlinie nicht schneidet, bedeutet das, dass 99,5 % der Daten innerhalb des 1-%-Bereiches liegen. Wenn der ungefüllte Balken die 100-%-Linie nicht schneidet, bedeutet das, dass die Frequenzabweichung nie höher als 1 % war. Wenn daher der gefüllte Balken die Lim-Linie (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) und der ungefüllte die 100-%-Linie (Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT) nicht kreuzt, bedeutet das, dass die Frequenz der Norm EN 50160 entspricht.

In der folgenden Tabelle wird eine Übersicht aller Grenzwerte aus der EN 50160 gegeben.

Messwert	Grenzen für 95 % aller Messwerte	Grenzen für alle Messwerte (100 %)
Effektivspannung	±10%	+10% ÷ -15%
Spannungs-THD	±8%	Nicht angegeben
Unsymmetrie (SYM)	2%	Nicht angegeben
Frequenz	1%	+4% ÷ -6%

9.1 Einstellbildschirm SPANNUNGSQUALITÄT – AUFZEICHNUNG

Durch Auswahl von SPANNUNGSQUALITÄT im HAUPTMENÜ wird der Bildschirm EINRICHTUNG – SPANNUNGSQUALITÄT – AUFZEICHNUNG angezeigt *(siehe Abbildung unten)*. Durch Drücken der Funktionstaste F3 kann der Anwender vordefinierte Einstellungen der EN 50160 oder KUNDEN-Einstellungen wählen, bei denen die Schwellwerte manuell definiert werden können. Weitere Einzelheiten siehe Abschnitt 15.7.

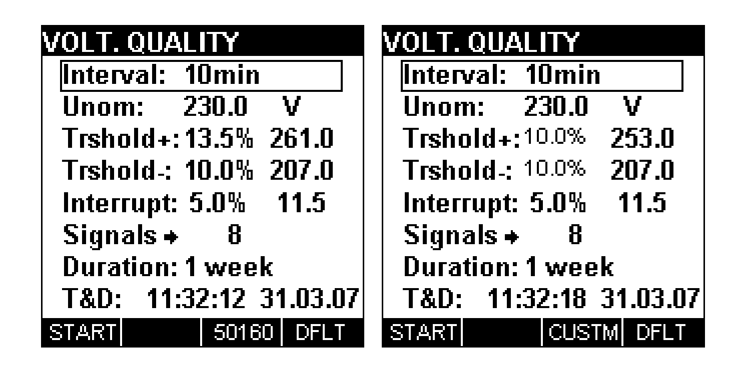


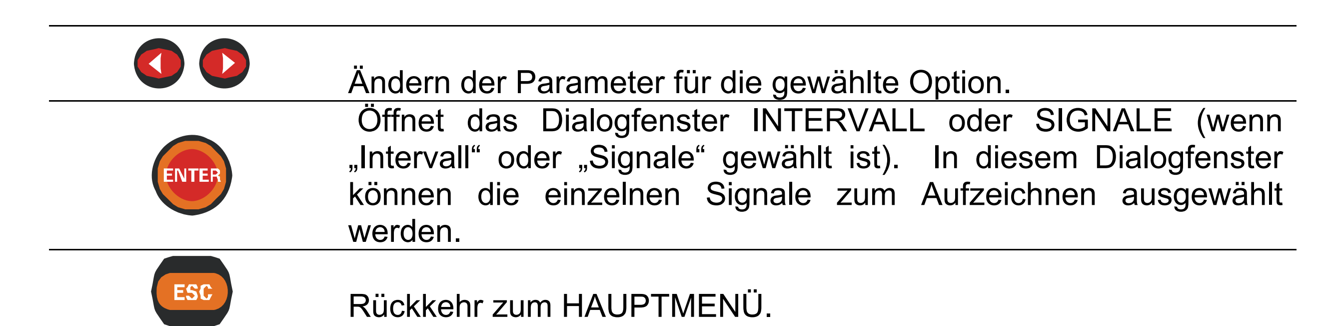
Abb. 9.1: Einstellbildschirm SPANNUNGSQUALITÄT – AUFZEICHNUNG

Einstellungen:

Intervall	Einstellung des Aufzeichnungsintervalls. Auswahl aus: 1min 2min 5min 10min
Unenn	Die Nennspannung kann zwischen 1,0 V und 90 % des gewählten Spannungsbereiches eingestellt werden (U_{ber} – siehe Abschnitt Messkonfiguration).
Schw+	Der obere Grenzwert kann zwischen 1 % und 35 % von Unenn eingestellt werden (transiente Überspannung) .
Schw-	Der untere Grenzwert kann zwischen 1 % und 35 % von Unenn eingestellt werden (Spannungseinbruch).
Unterbrechung	Die Spannungsunterbrechung kann zwischen 1 % und 20 % von Unenn eingestellt werden.
VOLT. QUALITY Interval: 10min Unom: 230.2 V SIGNALS U1 U2 U3 THDU1 THDU2 THDU3 SYM Freq 50Hz Duration: 1 week T&D: 10:53:08 20.10.06 >60Hz OFF AllOFF	Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale. Anmerkung: Die Symmetrie kann nur gewählt werden, wenn alle drei Phasenspannungssignale ausgewählt sind! **F3**: Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des markierten Aufzeichnungskanals (wenn das Dialogfenster SIGNALE geöffnet ist). **F4**: Umschalten zwischen ALLE EIN (ausgewählt) und ALLE AUS (abgewählt) aller markierten Aufzeichnungskanäle. **ENTER**: Bestätigung der Signalauswahl und Rückkehr zum Menü Spannungsqualität **ESC**: Verwerfen der Signalauswahl und Rückkehr zum Menü Spannungsqualität
Dauer	Gesamtaufzeichnungszeit (nur Anzeige).
Uhrzeit, Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (können im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4).

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm LAUF AUFZEICHNUNG SPANNUNGSQUALITÄT wird angezeigt (Balkendiagramm).
F3	Umschalten zwischen Aufzeichnung der Spannungsqualität nach Kundeneinstellung und nach EN 50160. Zu Einzelheiten siehe Abschnitt 15.7.7 und 15.7.8.
F4	Stellt Werkseinstellungen wieder her.
▲ ▼	Auswahl der Einstellungen im Konfigurationsmenü.



Taste	Funktion
◄ ►	Ändern der Parameter für die gewählte Option.
ENTER	Öffnet das Dialogfenster INTERVALL oder SIGNALE (wenn „Intervall“ oder „Signale“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

9.2 Bildschirm LAUF AUFZEICHNUNG SPANNUNGSQUALITÄT

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.

Im Aufzeichnungsmodus wird ein Balkendiagramm angezeigt. Während der Aufzeichnung des ersten Intervalls erscheint eine Meldung „Warte auf erstes Ergebnis“. Sonst wird ein normales Balkendiagramm angezeigt. Beachten Sie, dass die 100-%-Grenzwertlinie nur angezeigt wird, wenn der Spannungsqualitätsmodus nach EN 50160 gewählt wurde.

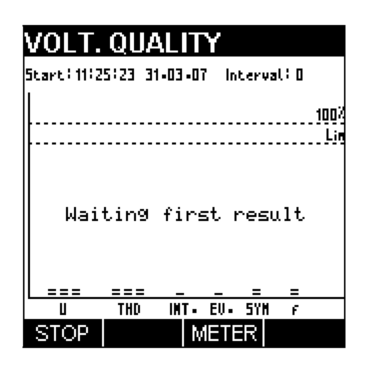


Abb. 9.2: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT während des Wartens

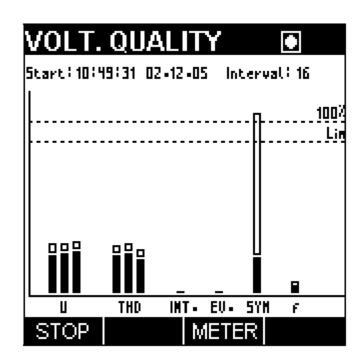
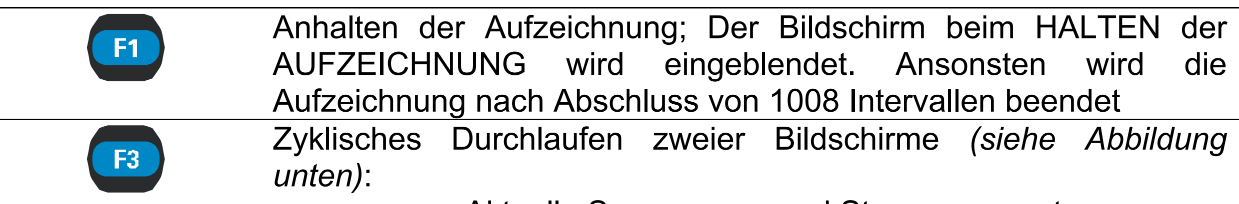


Abb. 9.3: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT

Tasten:



F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der Bildschirm beim HALTEN der AUFZEICHNUNG wird eingeblendet. Ansonsten wird die Aufzeichnung nach Abschluss von 1008 Intervallen beendet
F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Verwenden Sie die Esc-Taste zur Rückkehr.

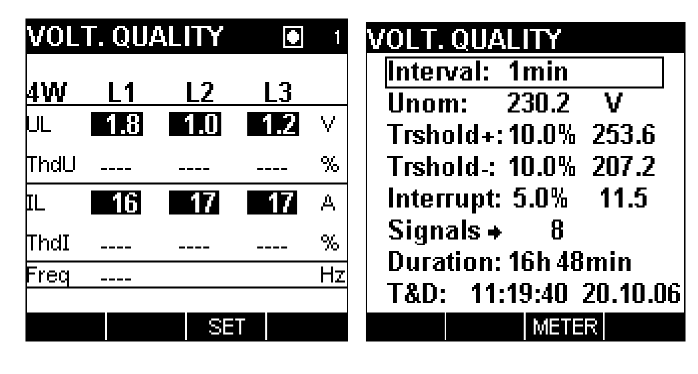


Abb. 9.4: Bildschirme SPANNUNGSQUALITÄT – MESSUNG UND VOREINSTELLUNG

9.3 Bildschirme HALTEN AUFZEICHNUNG SPANNUNGSQUALITÄT

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Die Messdaten werden sowohl in tabellarischer Form als auch als Balkendiagramm dargestellt.

Tabellarische Daten:

VOLT. QUALITY	R: 1		
	L1	L2	L3
Interval:	1		
U	215.0	219.2	220.9 V
Swell:	0	0	0
Dip:	0	0	0
Inter:	0	0	0
THD:	2.8	3.6	2.8 %
Start:		14:56:57	27.04.05
Stop:		14:57:57	27.04.05
			BAR

Abb. 9.5: Statistischer Bildschirm HALTEN AUFZEICHNUNG SPANNUNGSQUALITÄT

Balkendiagramm-Daten:

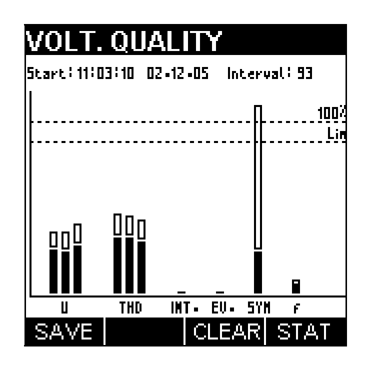


Abb. 9.6: Statistischer Bildschirm HALTEN AUFZEICHNUNG SPANNUNGSQUALITÄT

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Tasten:

Taste	Funktion
F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm SPANNUNGSQUALITÄT – AUFZEICHNUNG KONFIGURATION.
F4	Umschalten zwischen Tabellendaten und Balkendiagramm-Daten (statistisch).
◄ ►	Scrollen durch die aufgezeichneten Intervalle (nur bei tabellarischen Daten).
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

10 Spannungsereignisse*

Bei dieser Funktion können drei Spannungsereignisparameter aufgezeichnet werden: Einbrüche, transiente Überspannungen und Unterbrechungen. Sie werden als Spannungsanomalien bezeichnet.

Ein Anstieg (transiente Überspannung) ist ein vorübergehender Spannungsanstieg über den oberen Spannungsgrenzwert (Schw+).
Ein Einbruch ist eine vorübergehende Verminderung der Spannung unter den unteren Spannungsgrenzwert (Schw-).
Eine Unterbrechung ist eine vorübergehende Verminderung einer Spannung unter den Unterbrechungsgrenzwert.

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

10.1 Einstellbildschirm SPANNUNGSEREIGNISSE – AUFZEICHNUNG

Durch Auswahl von SPANNUNGSEREIGNISSE im HAUPTMENÜ wird der Bildschirm EINRICHTUNG SPANNUNGSEREIGNISSE – AUFZEICHNUNG angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

VOLT. EVENTS
Unom: 230.2 V
Trshold+: 10.0% 253.6
Trshold-: 10.0% 207.2
Interrupt: 5.0% 11.5
Duration: man. Stop
Signals ♦ 3
Time: 13:42:34
Date: 20.10.06
START

Abb. 10.1: Einstellbildschirm SPANNUNGSQUALITÄT – AUFZEICHNUNG

Einstellungen:

Unenn	Die Nennspannung kann zwischen 1,0 V und 90 % des gewählten Spannungsbereiches eingestellt werden (Uber – siehe Abschnitt Messkonfiguration).
Schw+	Der obere Grenzwert kann zwischen 1 % und 35 % von Unenn eingestellt werden (transiente Überspannung).
Schw-	Der untere Grenzwert kann zwischen 1 % und 35 % von Unenn eingestellt werden (Spannungseinbruch).
Unterbrechung	Die Spannungsunterbrechung kann zwischen 1 % und 20 % von Unenn eingestellt werden.
Dauer	Auswahl aus: 1 min, 2 min, 5 min 10 min, 30 min, 1 h 2 h, 5 h, 10 h 30 h, 50 h, 75 h Man. Halt

SIGNALS U1 U2 U3	- Die Zahl nach dem Pfeil (➔) stellt die Anzahl der gewählten Signale dar. Nach Drücken von ENTER erscheint ein Untermenü zur Auswahl aufzuzeichnender Signale.
Uhrzeit, Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (können im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4).

Tasten:

F1	Start der Aufzeichnung; Der Bildschirm AUFZEICHNUNG SPANNUNGSEREIGNISSE LAUF wird eingeblendet.
F3	Umschalten zwischen EIN (ausgewählt) und AUS (abgewählt) des markierten Aufzeichnungskanals (wenn das Dialogfenster SIGNALE geöffnet ist).
	Auswahl der Einstellungen im Konfigurationsmenü.
	Ändern der Parameter für die gewählte Option.
ENTER	Öffnet das Dialogfenster SIGNALE (wenn „Signale“ gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die einzelnen Signale zum Aufzeichnen ausgewählt werden.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

10.2 Bildschirm AUFZEICHNUNG SPANNUNGSEREIGNISSE LAUF

Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Aufzeichnung startet.

Im Laufmodus werden Anomalien gezählt und in Tabellenform getrennt nach transienten Überspannungen, Einbrüchen und Unterbrechungen dargestellt.

Die aktuelle Anomalie ist eingerahmt.

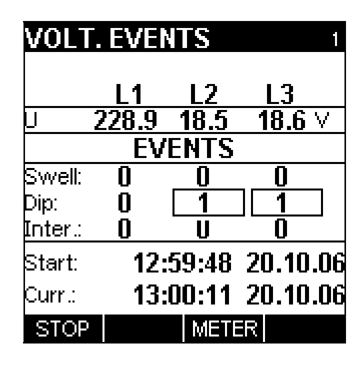


Abb. 10.2: Bildschirm LAUF SPANNUNGSQUALITÄT

Tasten:

F1	Anhalten der Aufzeichnung; Der Bildschirm HALTEN AUFZEICHNUNG wird eingeblendet. Ansonsten wird die Aufzeichnung nach Abschluss von 150 Intervallen beendet
F3	Zyklisches Durchlaufen zweier Bildschirme *(siehe Abbildung unten)*: - Aktuelle Spannungen und Strommesswerte - Voreingestellte Parameter. Benutzen Sie die Enter- oder die Esc-Taste zur Rückkehr.

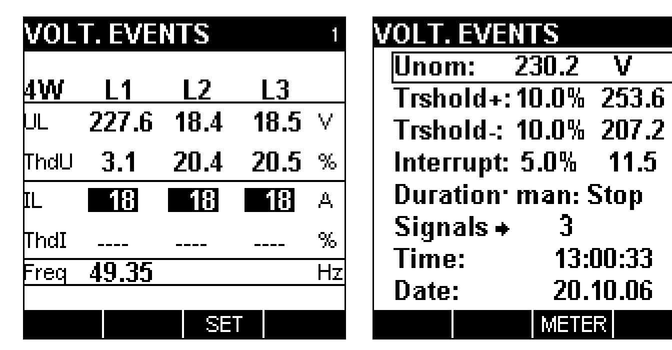


Abb. 10.3:SPANNUNGSEREIGNIS–Aufzeichnung – Bildschirme MESSUNG und VOREINSTELLUNG

10.3 Bildschirme HALTEN AUFZEICHNUNG SPANNUNGSEREIGNISSE

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Aufzeichnung vollständig ist.
Die Messdaten werden in einer Berichtsform angezeigt.

Für jede Anomalie werden folgende Daten eingeblendet:
- Art der Anomalie
- Spannungswert
- Start- und Endezeit (Stunde:Min:Sek:ms Jahr:Monat)
- Dauer

Um Ereignisse "nur Einbruch" von Einbrüchen zu unterscheiden, bei denen auch eine Unterbrechung auftritt, benutzt das Instrument die folgende Darstellung auf dem Display:

- – Nur Einbruch

VOLT. EVENTS
Dip: 3/8
Volts: L1 176.1V
Start: 14:35:07:64 20.10.
End: 14:35:07:66 20.10.
Durat.: 00:00:00:02
Sort: All Dips
SAVE | INT | CLEAR | STAT

Abb. 10.4: Bildschirm HALTEN EREIGNISAUFZEICHNUNG – nur Spannungseinbruch

- – Einbruchsereignis, das ein Unterbrechungsereignis enthält. Die auf diesem Bildschirm gezeigte Einbruchsspannung ist die **Spannung des Eintritts in den Einbruch**. Die Daten für den Unterbrechungsteil des Ereignisses findet man bei Einsicht in die Tabelle der Unterbrechungsereignisse UNT.

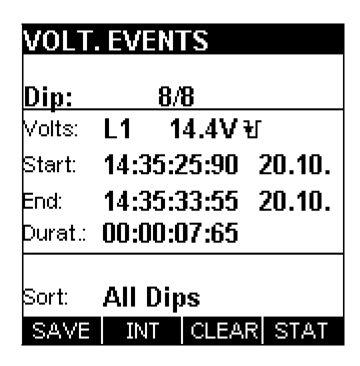


Abb. 10.5: Bildschirm HALTEN EREIGNISAUFZEICHNUNG Spannungseinbruch mit Unterbrechungsereignis

Alle Ergebnisse können im Gerätespeicher gesichert werden.

Tasten:

F1	Speicherung der aufgezeichneten Daten im nichtflüchtigen Speicher
F2	Auswahl von Spannungseinbrüchen und Unterbrechungen zur Anzeige (nur wenn mindestens eine Anomalie diese Typs aufgezeichnet wurde).
F3	Löschen aufgezeichneter Werte und Rückkehr in den Bildschirm SPANNUNGSEREIGNISSE – AUFZEICHNUNG – KONFIGURATION.
F4	Umschaltung zwischen der Liste der Einzelheiten einzelner Anomalien und der Statistik aller Anomalien.
ENTER	Auswahl von Anomalien verschiedener Phasen zur Anzeige
	Scrollen durch die ausgewählte Anomalieaufzeichnung
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

11 Phasendiagramm

Die häufigste Ursache falsch gemessener oder aufgezeichneter Daten ist ein fehlerhafter Anschluss. Bei der Gerätereihe Power Q kann der Anwender die Verbindung überprüfen, bevor die Messung durchgeführt wird.

Diese Funktion zeigt Folgendes an:

- Grafische Darstellung der Spannungs- und Strom-Phasenwinkel des gemessenen Netzes.
- Symmetrie des gemessenen Netzes.

Wenn die Spannungs- und Stromergebnisse außerhalb des Eingabebereichs liegen, werden die Ergebnisse in invertierter Form angezeigt.

11.1 Bildschirm U–/I-Phasendiagramm

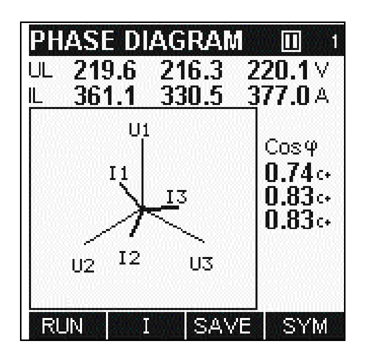


Abb. 11.1: Bildschirm PHASENDIAGRAMM

Tasten:

F1	Umschaltung zwischen dem HALTEN- und dem LAUF-Modus
F2	Auswahl von U (Spannungen) und I (Ströme) zur Skalierung
F3	Speichert Messwerte im nichtflüchtigen Speicher, wenn sich das Instrument im HALTEN-Modus befindet.
F4	Wechsel zwischen Leiterspannungs- und -strom-Vektordiagramm und Symmetrie-Vektordiagramm.
▲ ▼	Skalierung ausgewählter Signale über die Amplitude
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ
ENTER	Umschaltung der Winkeldarstellung zwischen cos φ und φ (in Grad).

11.2 Bildschirm SYMMETRIE-PHASENDIAGRAMM

Das Phasendiagramm (SYM) ist dazu gedacht, die Strom- und Spannungssymmetrie des gemessenen Netzes darzustellen.
Asymmetrie von Versorgungsspannung und -strom tritt auf, wenn die Effektivwerte oder Phasenwinkel zwischen aufeinanderfolgenden Phasen nicht gleich sind.

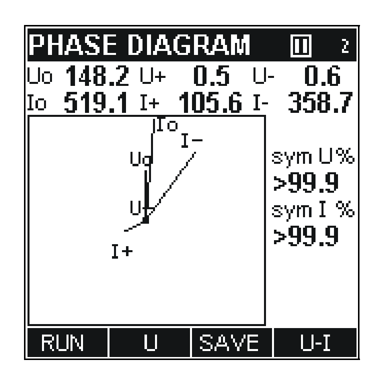


Abb. 11.2: Bildschirm SYMMETRIE-PHASENDIAGRAMM

12 Energie

Diese Funktion enthält drei Energiezähler:
- GESAMTZÄHLER (Die gesamte Energie wird mit dem Instrument gemessen.)
- TEILZÄHLER (Die während der letzten Aufzeichnung gemessene Energie.)
- INTERVALLZÄHLER (Energie des letzten gemessenen Intervalls.)

12.1 Konfigurationsfunktion für Energie

Nach Auswahl von ENERGIE im HAUPTMENÜ wird der Menübildschirm ENERGIE – KONFIGURATION angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

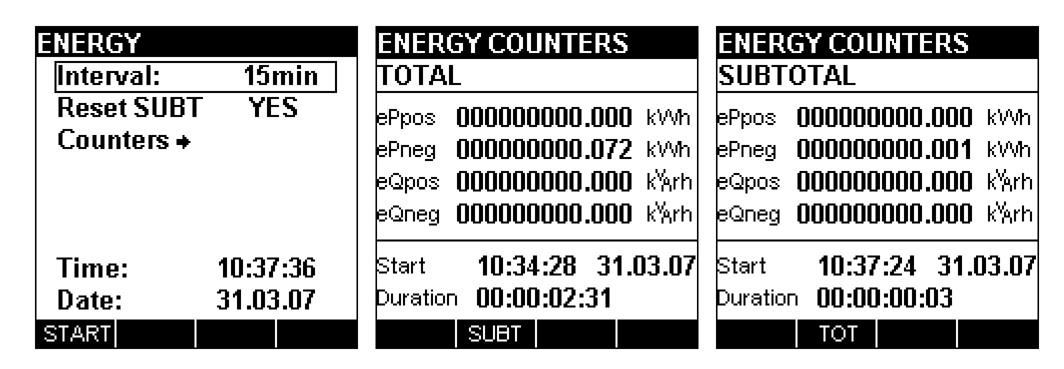


Abb. 12.1: Einstellbildschirme ENERGIE

Einstellungen:

Intervall	Einrichtung des Aufzeichnungsintervalls (von 1 min bis 15 min).
Rücksetzen TEILZÄHLER	Rücksetzen (JA) oder nicht (NEIN) des TEILZÄHLERS am Beginn des Zählens.
Zähler	Ansicht der GESAMT- und TEILZÄHLER.
Uhrzeit, Datum	Aktuelle Uhrzeit und Datum (können im Menü EINSTELLUNGEN eingestellt werden, siehe Abschnitt 5.2.4).

Tasten:

F1	Start der Zählung; der Bildschirm ENERGIEZ.LAUF wird eingeblendet.
	Auswahl der Einstellungen im Konfigurationsmenü.
	Ändern der Parameter für die gewählte Option.
ENTER	Öffnet das Dialogfenster ZÄHLER (wenn „Zähler" gewählt ist). In diesem Dialogfenster können die GESAMT- und TEILZÄHLER eingesehen werden.
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

12.2 Bildschirm LAUF ENERGIEZÄHLUNG

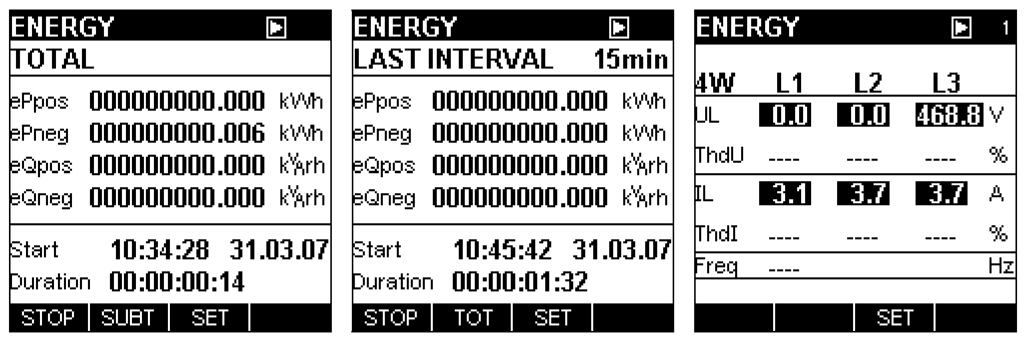
Dieser Bildschirm wird automatisch eingeblendet, sobald der Benutzer die Energiezählung startet. Der Bildschirm zeigt die GESAMT-, TEIL- und INTERVALLZÄHLER.

Jeder Zähler zählt drei verschiedene Energien:

- ePpos (positive Wirkenergie oder aufgenommene Energie)
- ePneg (negative Wirkenergie oder erzeugte Energie)
- eQpos (positive Blindenergie)
- eQneg (negative Blindenergie)

Für jeden Zähler werden folgende Daten eingeblendet:

- Start (Zeit des letzten Rücksetzens der Zähler)
- Dauer (GESAMTZÄHLER, TEILZÄHLER: Dauer der Zählung vom letzten Rücksetzen des Zählers an, INTERVALL: Dauer der aktuellen Periode).



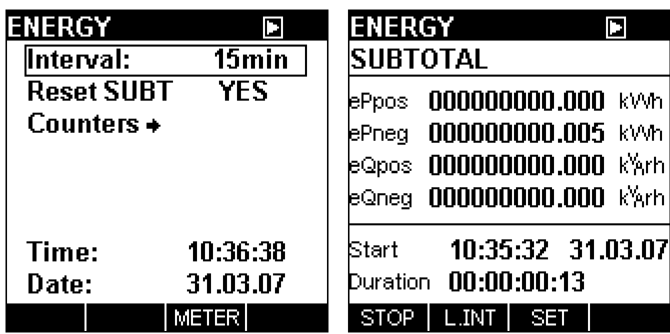
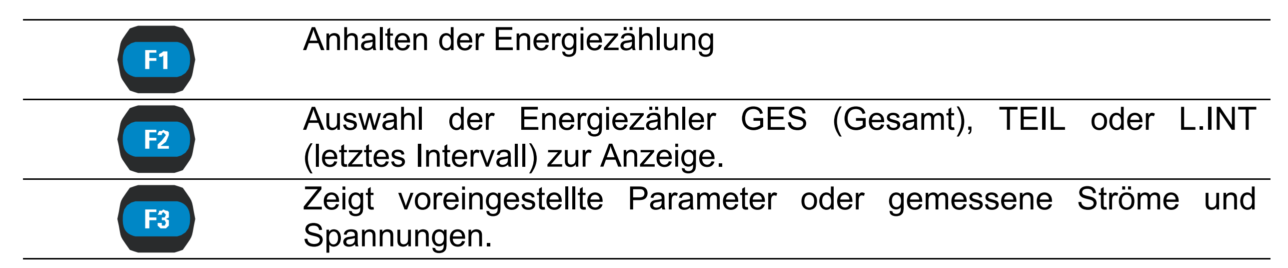


Abb. 12.2: Bildschirme ENERGIE LAUF

Tasten:



F1	Anhalten der Energiezählung
F2	Auswahl der Energiezähler GES (Gesamt), TEIL oder L.INT (letztes Intervall) zur Anzeige.
F3	Zeigt voreingestellte Parameter oder gemessene Ströme und Spannungen.

12.3 Bildschirm HALTEN ENERGIEZÄHLUNG

Diese Funktion wird aktiv, nachdem eine Zählung beendet ist. Die Informationen sind dieselben wie beim Bildschirm zum LAUF ENERGIEZÄHLUNG
Der Bildschirm zeigt die GESAMT-, TEIL- und INTERVALLZÄHLER an:
- ePpos (positive Wirkenergie oder aufgenommene Energie)
- ePneg (negative Wirkenergie oder erzeugte Energie)
- eQpos (positive Blindenergie)
- eQneg (negative Blindenergie)

Für jeden Zähler werden folgende Daten eingeblendet:
- Start (Zeit des letzten Rücksetzens der Zähler)
- Dauer (GESAMTZÄHLER, TEILZÄHLER: Dauer der Zählung vom letzten Rücksetzen des Zählers an, INTERVALL: Dauer der letzten Periode).

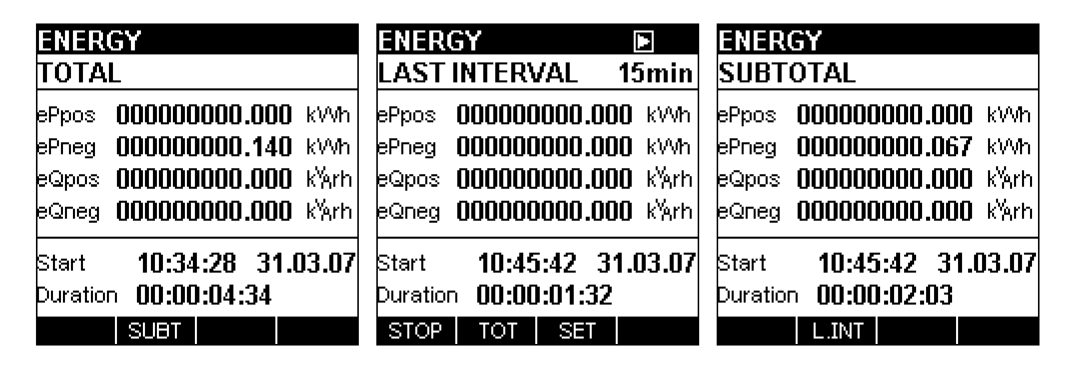
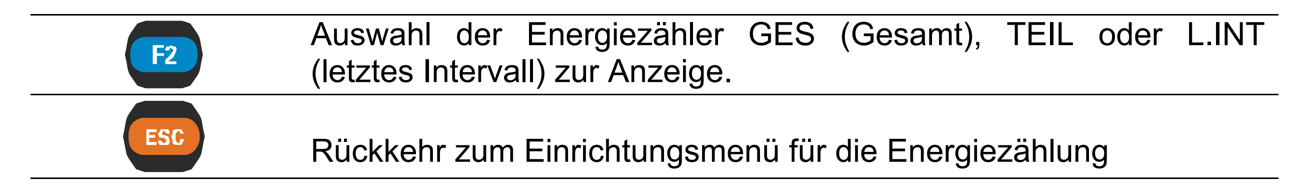


Abb. 12.3: Bildschirm ENERGIE HALTEN

Tasten:



Taste	Funktion
F2	Auswahl der Energiezähler GES (Gesamt), TEIL oder L.INT (letztes Intervall) zur Anzeige.
ESC	Rückkehr zum Einrichtungsmenü für die Energiezählung

13 Speicherliste

In diesem Menü kann der Benutzer durch alle gespeicherten Daten blättern.
Beim Eintritt in dieses Menü wird eine kurze Informationsliste angezeigt, die allgemeine Angaben über Anzahl gespeicherter Aufzeichnungen, freien Speicherplatz und aktuell benutzte Aufzeichnung macht.

Ist keine Aufzeichnung gespeichert, beträgt die Anzahl der gespeicherten Aufzeichnungen 0. Alle anderen Felder sind leer.

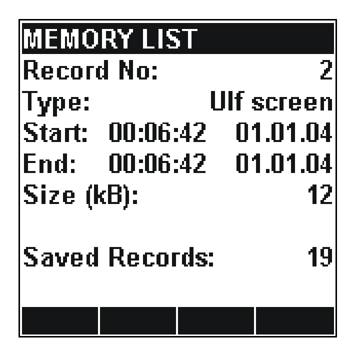
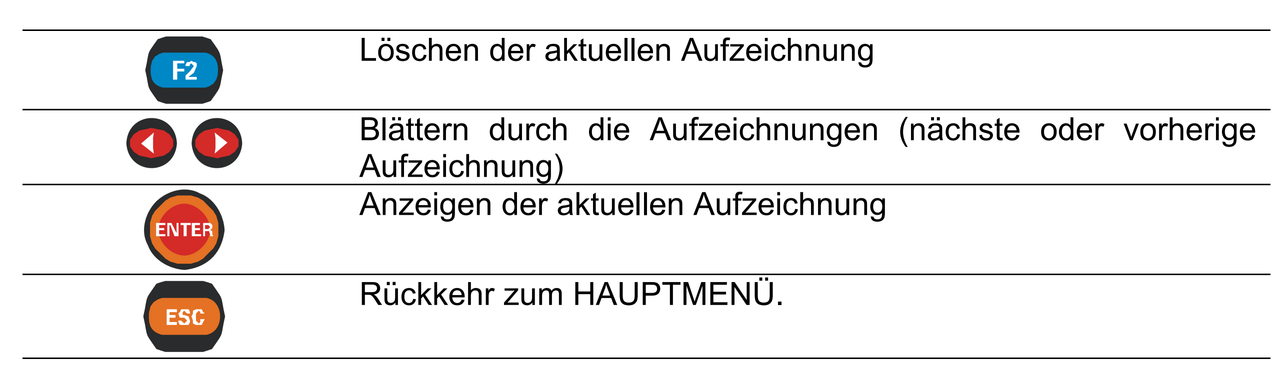


Abb. 13.1: Bildschirm SPEICHERLISTE

Tasten:



Taste	Funktion
F2	Löschen der aktuellen Aufzeichnung
◄ ►	Blättern durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung)
ENTER	Anzeigen der aktuellen Aufzeichnung
ESC	Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

Wenn eine ausgewählte Aufzeichnung geöffnet wird, ist die Bedeutung der Funktionstasten dieselbe wie in der Funktion, in der die Aufzeichnung gespeichert wurde.

14 Verbindung mit den Netzen

14.1 Allgemeine Empfehlungen

Dieses Instrument kann auf zweierlei Art an ein Drehstromnetz angeschlossen werden:

- Drehstromnetz mit vier Leitern L_1, L_2, L_3, N; I_1, I_2, I_3
- Drehstromnetz mit drei Leitern L_{12}, L_{23}, L_{31}; I_1, I_2, I_3

Die tatsächliche Schaltung muss im Menü MESSKONFIGURATION definiert werden (siehe Abb. unten).

MEASURING SETUP
U range: 300V
U inp.K: 1
Clamp → A1033 (1000A)
I inp.K → 3
I range: 3000A
Sync: U12
Conn.: 3W
Default Parameters

Abb. 14.1: Menü MESSKONFIGURAT.

Beim Anschluss des Instruments müssen unbedingt sowohl die Strom- als auch die Spannungsanschlüsse korrekt sein. Insbesondere sind folgende Regeln einzuhalten:

Zangenstromwandler

- Der auf dem Zangentransformator markierte Pfeil muss in die Richtung des Stromflusses weisen, von der Speisung zur Last.
- Wenn der Zangentransformator verkehrt herum angeschlossen wird, würde die in dieser Phase gemessene Leistung normalerweise negativ erscheinen.

Phasenbeziehungen

- Der an die Stromeingangsklemme I_1 angeschlossene Zangentransformator muss den Strom in der Phase messen, an die die Spannungsmessleitung von L_1 angeschlossen ist.

Die Anschlüsse werden in den Bildern unten dargestellt.

In Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungstransformators (z. B. 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss ein Skalierfaktor mit diesem Übersetzungsverhältnis eingegeben werden, um korrekte Messergebnisse zu garantieren.

1. Drehstromnetz mit 4 Leitern (mit Nullleiter)

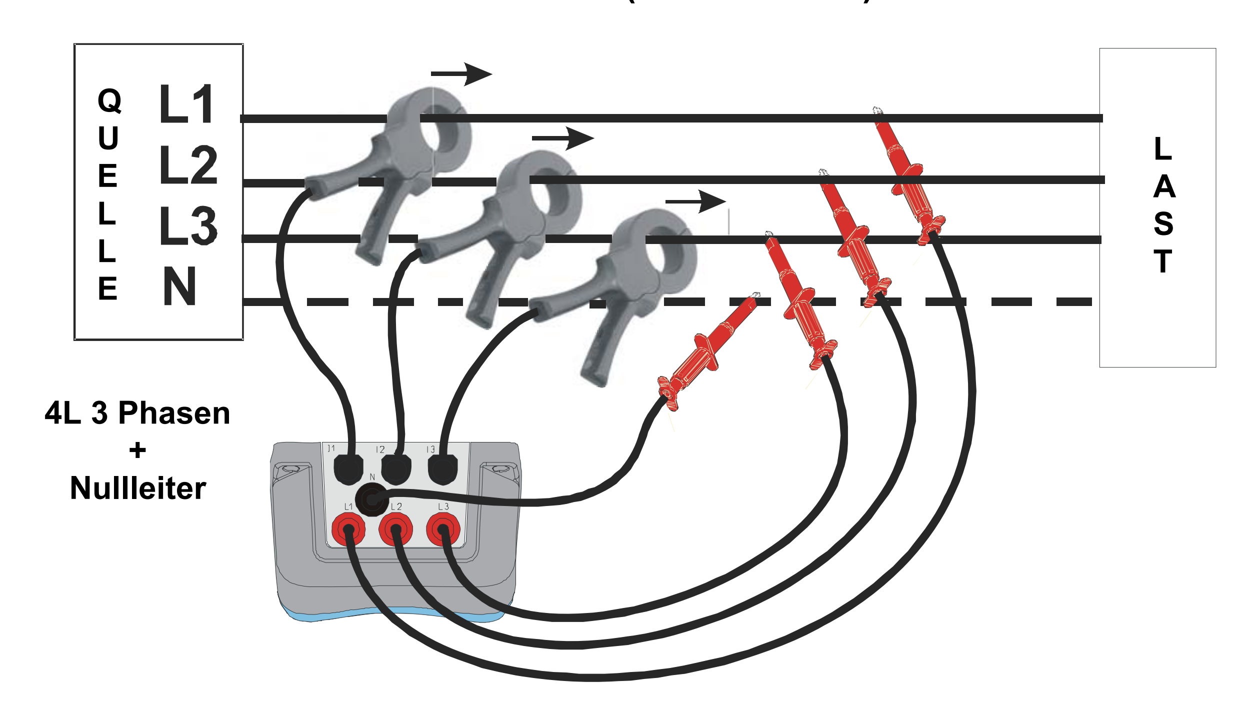


Abb. 14.2:Drehstromnetz mit 4 Leitern (mit Nullleiter)

2. Drehstromnetz mit 3 Leitern (ohne Nullleiter)

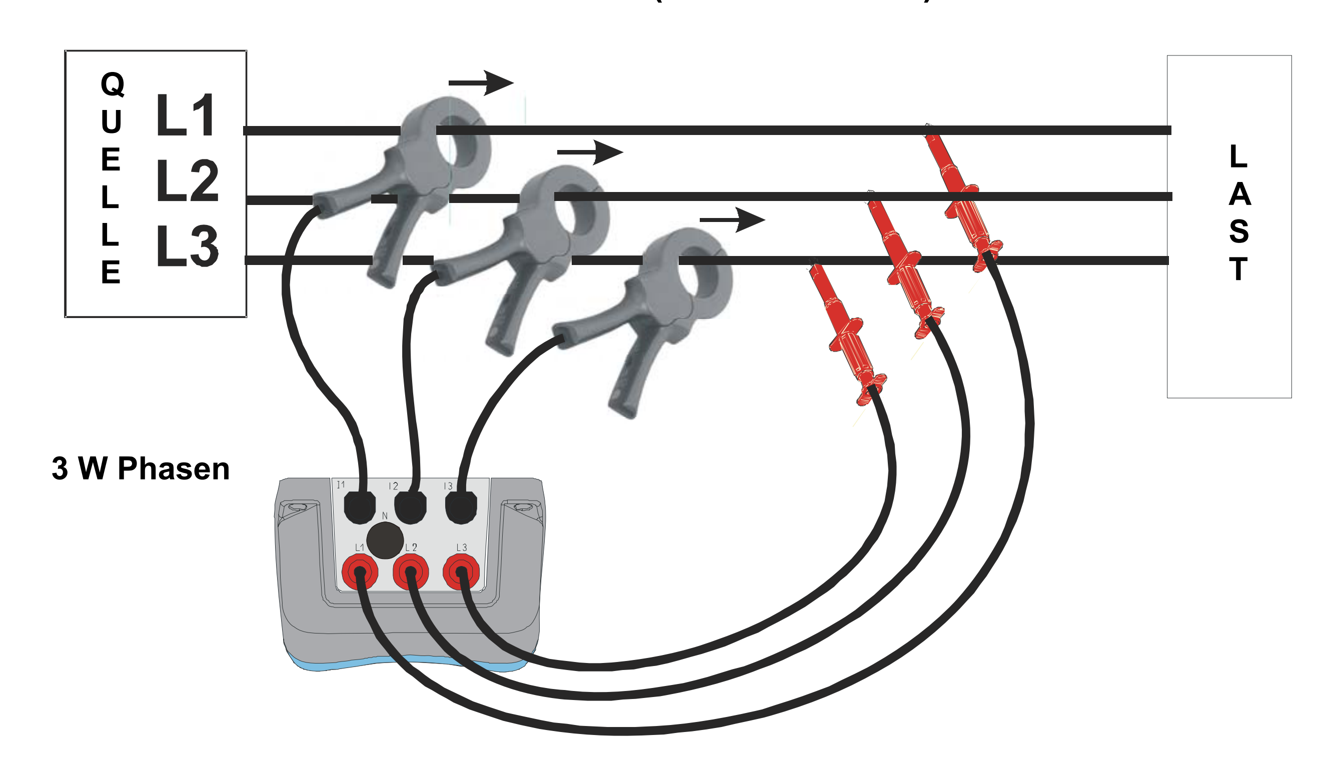


Abb. 14.3: Drehstromnetz mit 3 Leitern (ohne Nullleiter)

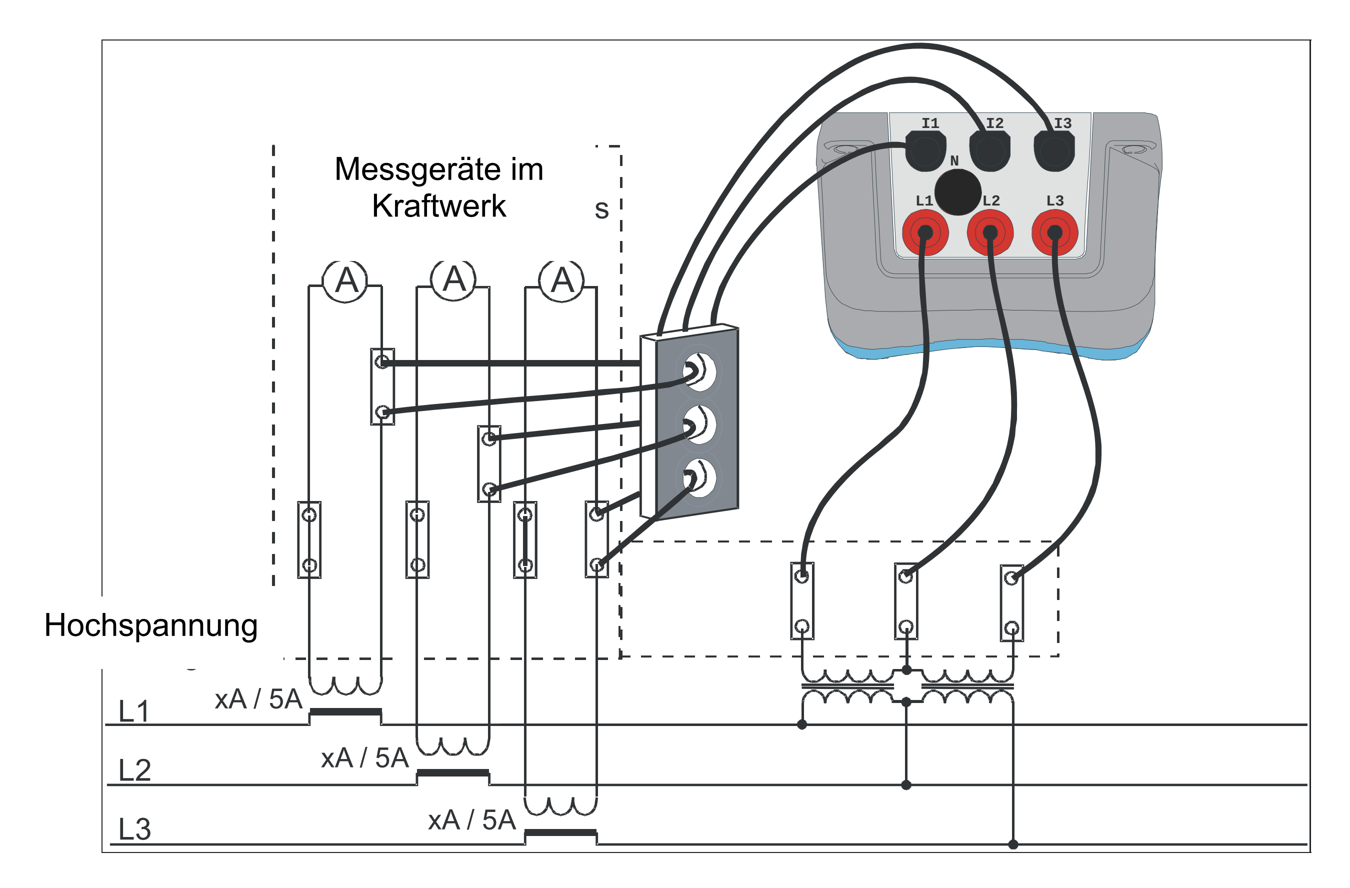


Abb. 14.4: Anschluss des Instruments an vorhandene Stromtransformatoren im Mittelspannungsnetz

WARNUNG!

- **Die Sekundärwicklung eines Stromtransformators darf nicht offen sein, wenn er an einem aktiven Kreis hängt.**
- **Eine offene Sekundärwicklung kann zu gefährlich hohen Spannungen an den Klemmen führen.**

14.2 Auswahl des Zangentransformators und Einstellung des Übersetzungsverhältnisses

Die Auswahl des Zangentransformators kann anhand von zwei typischen Anwendungsfällen erklärt werden.

1. Direkte Strommessung mit einer der folgenden Stromzangen: A 1033 (1000A), A1069 (100A), A1120(3000A), A1099 (3000A). Der Laststrom wird in diesem Fall **direkt** über die Zange gemessen.
Optional kann es mehr als ein paralleles Kabel geben, das die Last speist und nicht von einer einzigen Zange erfasst werden kann. In diesem Fall messen wir nur einen Teil des tatsächlichen Stromes.
Wenn in dem **Beispiel** ein Laststrom von 2700 A über 3 gleiche parallele Kabel gespeist wird und wir nur ein Kabel mit der Zange erfassen können, sollte „I Eing. K“ auf Messung 1 von 3 Kabeln eingestellt werden. Deshalb nimmt das Instrument dann an, dass wir nur ein Drittel des Stromes messen. Die nachstehende Abbildung zeigt die

Einstellungen für das gegebene Beispiel. Beachten Sie, dass der Messbereich in der Zeile „I Bereich" eingesehen werden kann, die in diesem Fall 3000 A lautet.

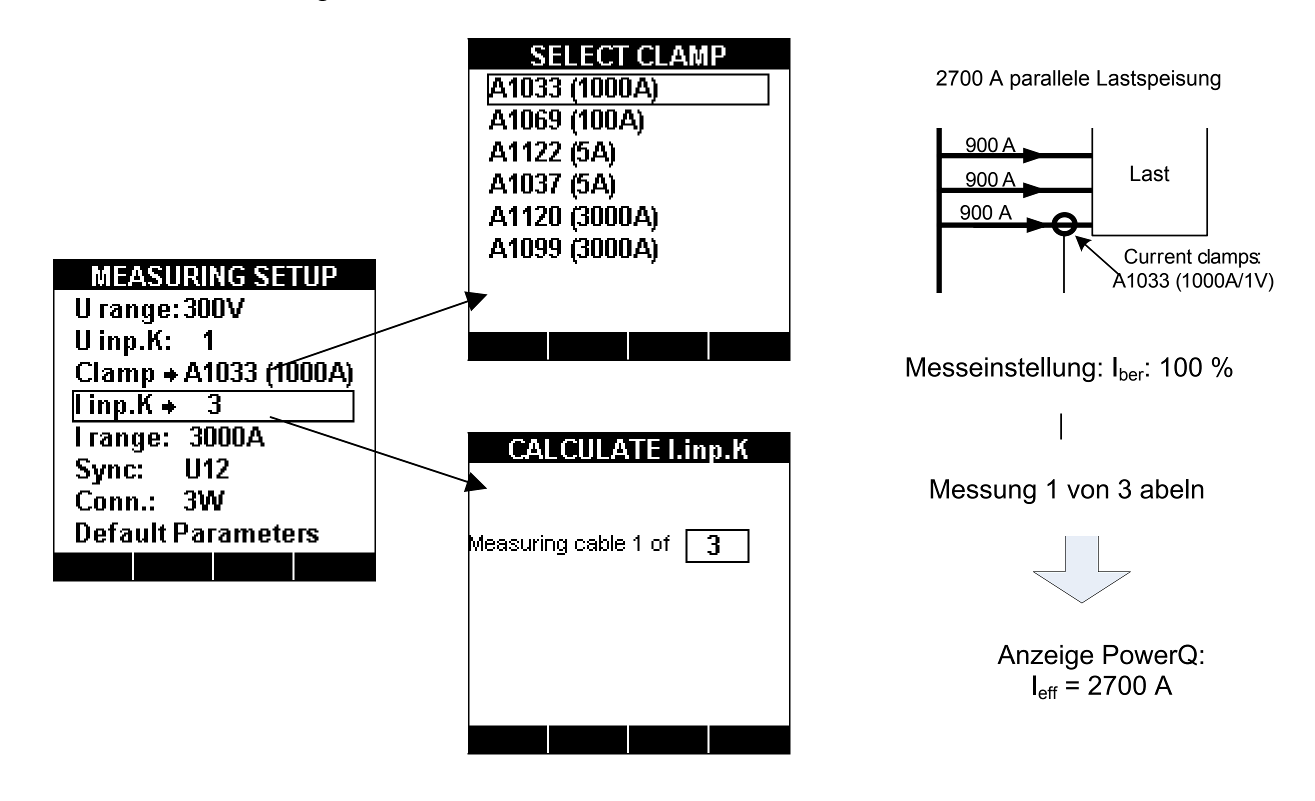


Abb. 14.5: Auswahl der Stromzange für direkte Strommessung

2. Indirekte Strommessung wird angenommen, wenn wir die Zangentransformatoren A 1122 oder A 1037 (5 A) wählen. Der Laststrom wird in diesem Fall **indirekt** über den Primärstromwandler gemessen. Das Übersetzungsverhältnis dieses Wandlers kann mit dem Untermenü „I Eing K" angegeben werden.
Im **Beispiel** haben wir einen Primärstrom von 100 A, der durch einen Wandler mit dem Verhältnis 1000 A : 5 A fließt; die Einstellung wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

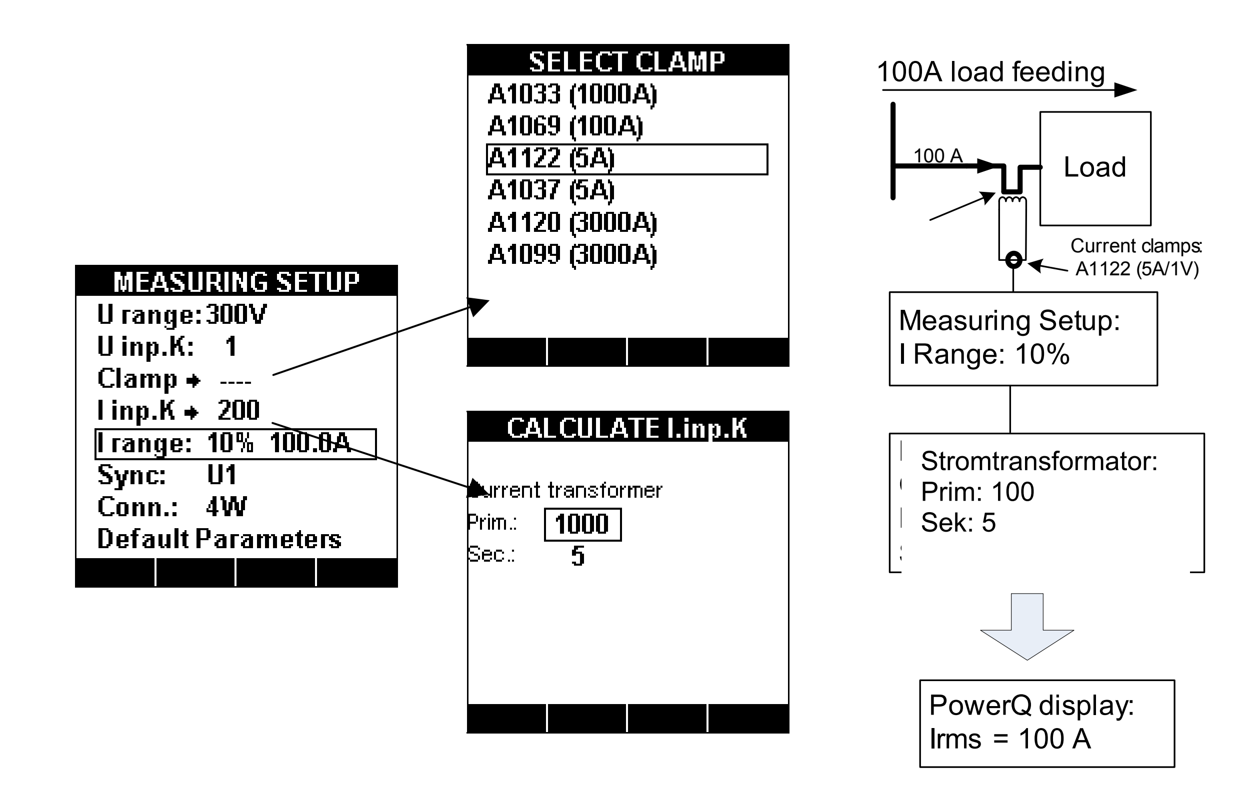


Abb. 14.6: Auswahl der Stromzange für indirekte Strommessung

Beachten Sie, dass, wenn wir eine direkte Strommessung mit einem 5-A-Zangentransformator durchführen möchten, das Verhältnis „I Eing K“ auf 1 A : 1 A gesetzt werden sollte.

14.3 Messkonfigurierung für Strommessung

Messzubehör	Messwerte	I Eing. K	I Bereich*	Genauigkeit des Instruments
A 1033 Stromzange 1000 A	≤ 100 A > 100 A	Messung 1 von 1	10%: 100 A 100%:1000A	±(3 % + 0,3 A) ±(3 % + 3 A)
A 1069 Minizange 100 A	≤ 10 A > 10 A	Messung 1 von 1	10%: 10 A 100%:100A	±(3 % + 0,03 A) ±(3 % + 0,3 A)
A 1122* Minizange 5 A	≤ 0,5 A > 0,5 A	Prim:5 Sek: 5	10%: 5 A 100%: 0,5 A	±(3 % + 1,5 mA) ±(3 % + 15 mA)
A 1037* 3-Phasen-Stromwandler	≤ 0,5 A > 0,5 A	Prim:5 Sek: 5	10%: 5 A 100%: 0,5 A	±(3 % + 1,5 mA) ±(3 % + 15 mA)
A 1120, A 1099 Flex-Satz 30 A	≤ 3 A > 3 A	Messung 1 von 1	10%: 3 A 100%: 30 A	±(3 % + 9 mA) ±(3 % + 0,09 A)
A 1120, A 1099 Flex-Satz 300 A	≤ 30 A > 30 A	Messung 1 von 1	10%: 30 A 100%: 300 A	±(3 % + 0,09 A) ±(3 % + 0,9 A)
A 1120, A 1099 Flex-Satz 3000 A	≤ 300 A > 300 A	Messung 1 von 1	10%: 300 A 100 %: 3 kA	±(3 % + 0,9 A) ±(3 % + 9 A)

ANMERKUNG: ‚I Ber‘ kann zwischen 10 % und 100 % des gemessenen Stroms umgeschaltet werden. Verwenden Sie hauptsächlich 100 % und schalten Sie auf 10 %, wenn der gemessene Strom unter 10 % des Nennwertes liegt.
* Bereichsüberschreitende Stromergebnisse werden bei Strömen über 7,5 A (A 1122) und 6 A (A 1037) invertiert dargestellt, unabhängig von Messfunktion und -bereich.

15 Theorie und innere funktionsweise

15.1 Einführung

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen und technische Informationen über die interne Funktionsweise der Gerätereihe Power Q, einschließlich der Beschreibung der Messmethoden und der Aufzeichnungsprinzipien.

15.2 MESSMETHODEN

Die Messungen basieren auf der digitalen Abtastung der Eingangssignale. Jeder Eingang (3 Spannungen und 3 Ströme) wird 1024-mal in 10 Perioden abgetastet. Die Dauer dieser Periode hängt von der Frequenz am Synchronisationseingang (einem der 3 Spannungs- oder Stromeingänge) ab. Bei 50 Hz beträgt die Periodendauer 20 ms.
Die Grund-Messwerte werden am Ende eines solchen Abtastzeitraums berechnet, und die Ergebnisse stehen auf dem Display zur Verfügung oder werden aufgezeichnet.
Ergebnisse der schnellen Fourier-Transformation (FFT) werden 1,5 Mal pro Sekunde berechnet.

15.3 U,I,f

Spannungs- und Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenspannung: $$Ux = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ux_j^2} \quad [V],$$

Phasenstrom: $$Ix = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ix_j^2} \quad [A],$$

Leiter-Leiter-Spannung: $$Uxy = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} (Ux_j - Uy_j)^2} \quad [V],$$

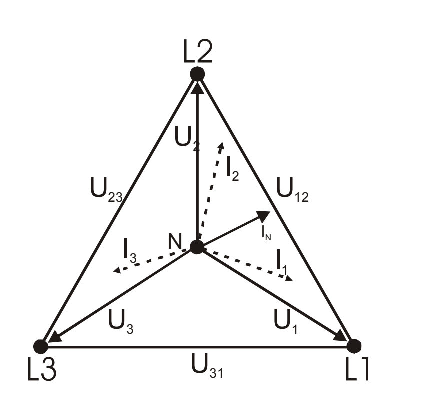
Das Instrument bietet 4 Spannungsmessbereiche. Mittelspannungs- und Hochspannungsnetze können mit Hilfe von Spannungswandlern und des Spannungsfaktors U Eing K gemessen werden.

Das Instrument bietet 2 Strommessbereiche. Stromwerte, die höher sind als der Eingangsstrombereich des Instruments, können mit Hilfe eines Stromwandlers und des Stromfaktors I Eing K gemessen werden.

Vierleiter-(4L-) und Dreileiter-(3L-)Messsysteme können mit dem Instrument untersucht werden.

4L Vierleiternetz

3L Dreileiternetz



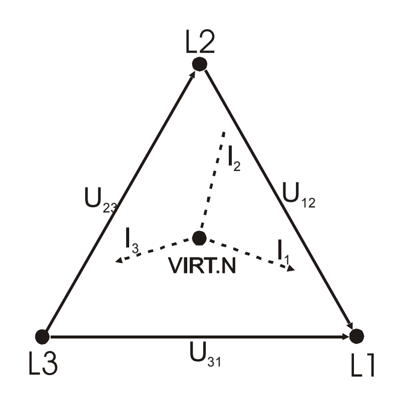


Abb. 15.1: 3L- und 4L-Phasendiagramm

15.4 Leistung

Die Leistung wird mit folgender Gleichung gemessen:

Phasenwirkleistung: $$Px = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} Ux_j * Ix_j \quad [W]$$

Schein- und Blindleistung, Spannung, Scheitelfaktor und Leistungsfaktor werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

Phasenscheinleistung: $$Sx = Ux * Ix \quad [VA],$$

Phasenblindleistung: $$Qx = \sqrt{Sx^2 - Px^2} \quad [Var],$$

Phasenspannungs-Scheitelfaktor: $$Ux_{cr} = \frac{Ux_{max}}{Ux},$$

Phasenstrom-Scheitelfaktor: $$Ix_{cr} = \frac{Ix_{max}}{Ix},$$

Phasen-cos φ: $$Cos\varphi_x = Cos\varphi u_x - Cos\varphi i_x,$$

Phasenleistungsfaktor: $$\lambda x = \frac{Px}{Sx}.$$

Die Gesamt-Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der Gesamt-Leistungsfaktor werden

nach folgender Gleichung berechnet:

Gesamtwirkleistung: $Pt = P1 + P2 + P3$ [VA],

Gesamtblindleistung: $Qt = Q1 + Q2 + Q3$ [Var],

Gesamtscheinleistung: $St = \sqrt{(Pt^2 + Qt^2)}$ [VA],

Gesamtleistungsfaktor: $\lambda tot = \frac{Pt}{St}$.

Die Wirkleistung wird in zwei Teile unterteilt: Import (positiv/Motor) und Export (negativ/Generator). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Größen unterschieden: positiv induktiv (+i), positiv kapazitiv (+c), negativ induktiv (-i) und negativ kapazitiv (-c).

Das Diagramm für Motor/Generator und induktive/kapazitive Phase/Polarität wird in der nachstehenden Abbildung gezeigt:

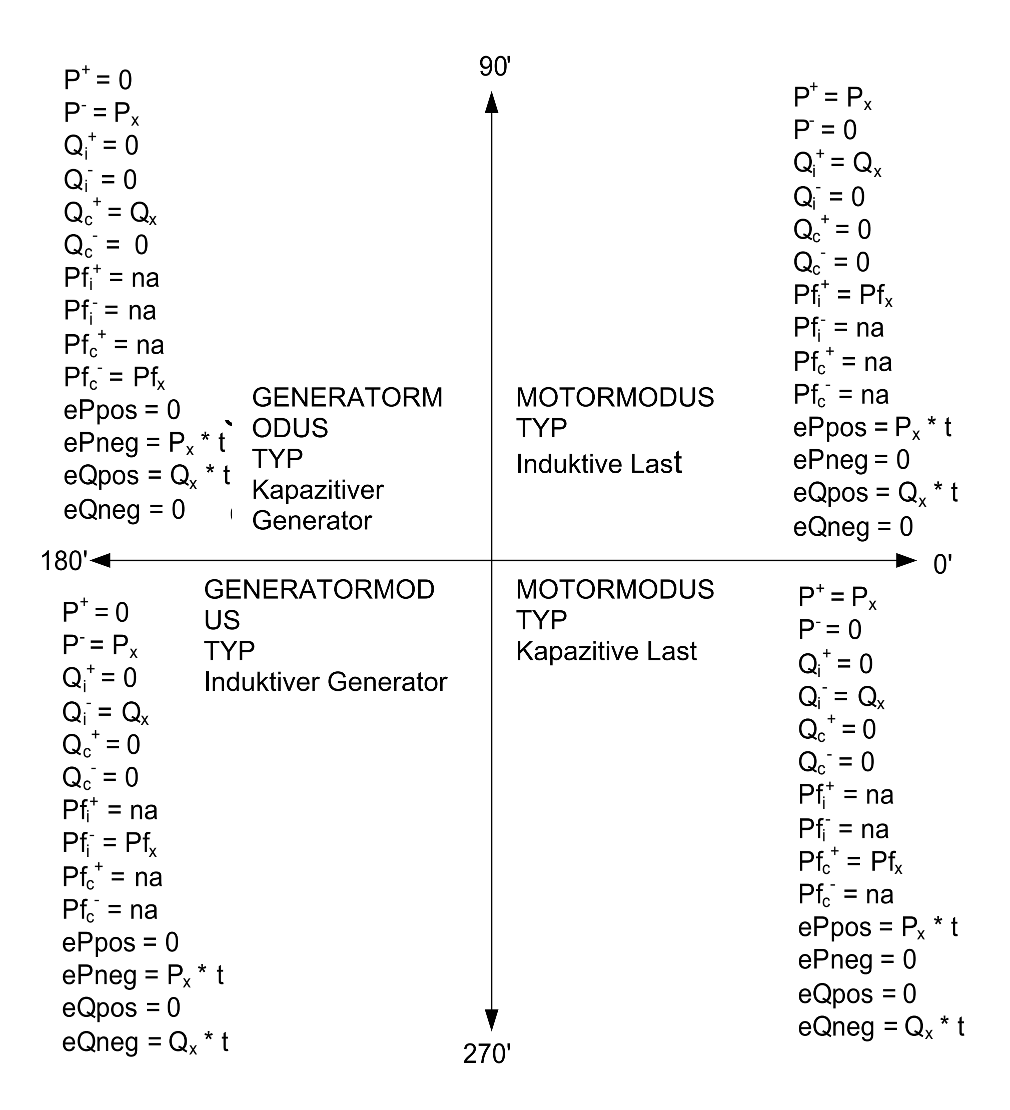


Abb. 15.2: Diagramm für Motor/Generator und induktive/kapazitive Phase/Polarität

15.5 Oberschwingungen

Eine Rechnung namens schnelle Fourier-Transformation (FFT) wird verwendet, um AD-gewandelte Eingangssignale in Sinus-Bestandteile zu zerlegen. Die folgende Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen dem Eingangsignal und seiner Frequenzdarstellung. Der obere Grenzwert der Summenfunktion in der Gleichung (∞) wird begrenzt durch die Abtastrate. Die höchste harmonische Frequenz ist etwa die Hälfte der Abtastfrequenz.

$$u(t) = c_{U0} + \sum_{n=0}^{\infty} c_{Uk} \sin\left(n \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_{Un}\right)$$

c_{U0} – *Gleichkomponente*

c_{Un} – *Amplitude der Spannungsharmonischen* n - ter *Ordnung*

φ_{Un} – *Phasenverschiebung der Spannungsharmonischen n – ter Ordnung*

f_1 – *Grundfrequenz*

Die THD-Werte und die einzelnen Oberschwingungen von Phasenspannung und -strom werden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

Phasenspannungs-Klirrfaktor: $$THD_{Ux} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} hn_{Ux}^{2}}}{h1_{Ux}} * 100 \quad [\%],$$

Phasenstrom-Klirrfaktor: $$THD_{Ix} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} hn_{Ix}^{2}}}{h1_{Ix}} * 100 \quad [\%],$$

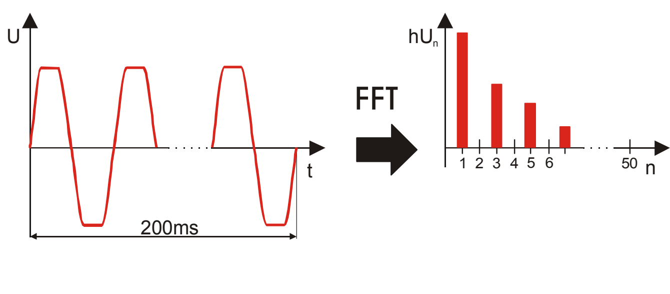
Die einzelnen Oberschwingungen von Phasenspannung und -strom werden in absoluter und prozentualer Form angegeben. Der prozentuale Anteil wird mit folgenden Gleichungen berechnet:

Einzelne Spannungsharmonische: $$Hn_{Ux} = \frac{hn_{Ux}}{h1_{Ux}} * 100 \quad [\%],$$

Einzelne Stromharmonische: $$Hn_{Ix} = \frac{hn_{Ix}}{h1_{Ix}} * 100 \quad [\%],$$

hn – *Harmonische n – ter Ordnung* (Spannung oder Strom)

Spannungsharmonische und THD



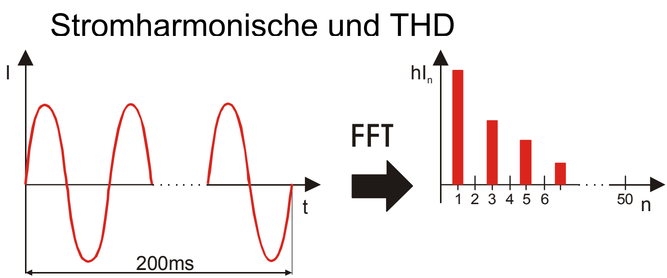
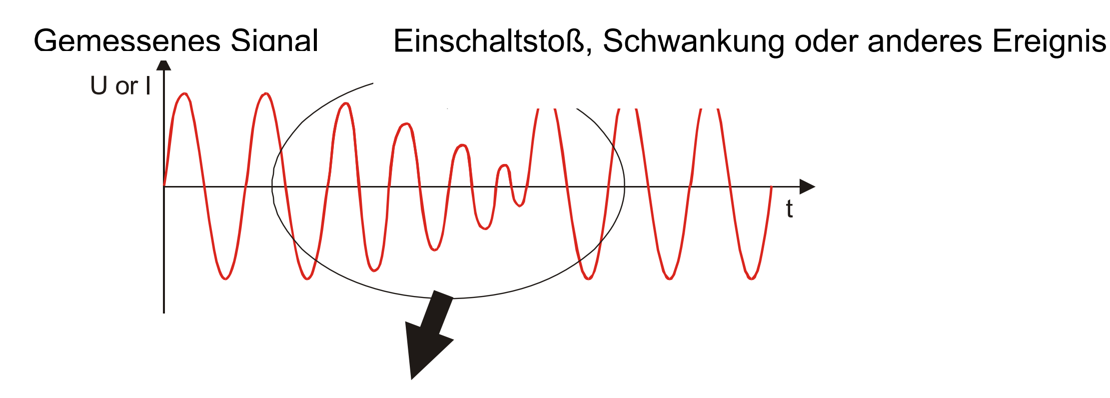


Abb. 15.3: Strom- und Spannungsoberschwingungen

15.6 Einschaltstöße

Die Messung der Einschaltstöße ist für die Analyse von Spannungs- und Stromschwankungen beim Anfahren von Motoren oder anderen Großverbrauchern gedacht. Es werden Echt-Effektivwerte pro 10 ms (Halbperiode) gemessen, und der Mittelwert der Halbperioden-Ergebnisse wird in jedem voreingestellten Intervall aufgezeichnet. Die Aufzeichnung der Einschaltspitzen beginnt beim Auftreten des voreingestellten Triggers.



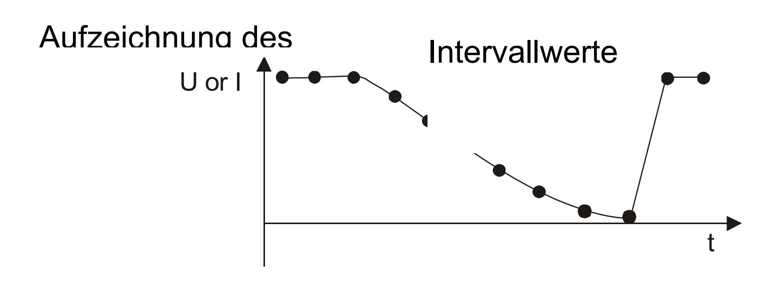
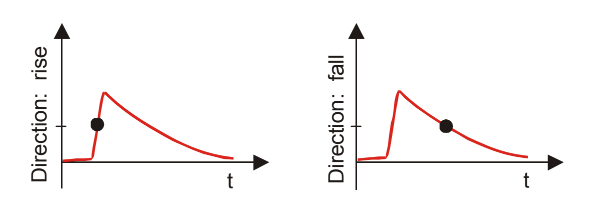


Abb. 15.4: Einschaltspitze (Wellenform und Effektivwert)

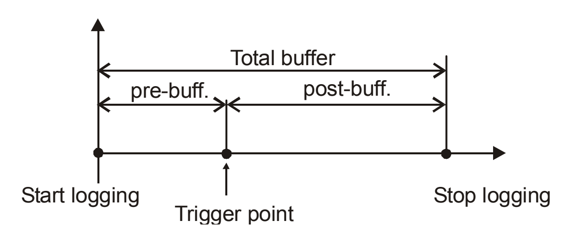
Die Aufzeichnung der Einschaltspitzen beginnt, wenn die voreingestellte Auslösung gerade eintritt. Der Pufferspeicher ist aufgeteilt in einen Vorpuffer (Messwerte vor dem Triggerpunkt) und Nachpuffer (Messwerte nach dem Triggerpunkt).





Eingang I1, I2, I3, Ix – Triggerkanäle
Pegel: vordefinierter Echt-Effektivwert
Richtung: Anstieg/Abfall

Vorpuffer und Nachpuffer



Vor-/Nachpuffer: 20/80 % des gesamten Puffers
Der Vorpuffer wird als negative Zeit behandelt

Abb. 15.5: Einschaltstoß-Triggerung

15.7 Übersicht über die Norm EN 50160

Die Norm EN 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Haupteigenschaften der Spannung an den Verbraucherklemmen in öffentlichen Nieder- und Mittelspannungs-Elektrizitätsversorgungsnetzen unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm beschreibt die Grenzwerte oder Werte, von denen erwartet werden kann, dass die Spannungseigenschaften im gesamten öffentlichen Versorgungsnetz sie einhalten, und beschreibt nicht die durchschnittliche Situation, die der einzelne Netzverbraucher gewöhnlich erfährt.

15.7.1 Netzfrequenz

Die Nennfrequenz der Netzspannung soll bei Netzen mit synchroner Verbindung an ein Verbundnetz 50 Hz betragen. Unter normalen Betriebsbedingungen soll der Mittelwert der über 10 s gemessenen Frequenz innerhalb eines Bereiches von:
50 Hz ± 1 % (d.h. 49,5 Hz... 50,5 Hz) während 99,5 % eines Jahres;
50 Hz + 4 % / - 6 % (d.h. 47 Hz... 52 Hz) während 100 % der Zeit liegen.

15.7.2 Schwankungen der Netzspannung

Unter Normalbedingungen während jedes Zeitraums von einer Woche sollen 95 % der 10-min-Mittel der Effektivwerte der Netzspannung innerhalb des Bereiches von Un ± 10 % liegen, und alle 10-min-Mittel der Effektivwerte der Netzspannung sollen innerhalb des Bereiches von Un + 10 % / - 15 % liegen.

15.7.3 Spannungseinbrüche (Anhaltswerte)

Unter normalen Betriebsbedingungen kann die erwartete Anzahl von Spannungseinbrüchen in einem Jahr zwischen einigen Dutzend bis zu eintausend liegen. Die Mehrzahl der Spannungseinbrüche hat eine Dauer von weniger als 1 s und eine gehaltenen Spannung von größer als 40 %. Jedoch können selten Spannungseinbrüche mit größerer Tiefe und Dauer auftreten. In einigen Gebieten können Einbrüche mit einer gehaltenen Spannung zwischen 85 % und 90 % Un sehr oft infolge von Lastschaltvorgängen in den Anlagen von Netzanwendern auftreten.

15.7.4 Kurzunterbrechungen der Netzspannung (Anhaltswerte)

Anhaltswerte:
Unter normalen Betriebsbedingungen liegt das jährliche Auftreten von Kurzunterbrechungen zwischen einigen Dutzend und mehreren Hundert. Die Dauer von etwa 70 % der Kurzunterbrechungen kann geringer als eine Sekunde sein.

15.7.5 Unsymmetrie der Netzspannung

Unter Normalbedingungen während jedes Zeitraums von einer Woche sollen 95 % der 10-min-Mittel der Effektivwerte der Gegenspannungskomponente (Grundwelle) der Netzspannung innerhalb des Bereiches 0 % bis 2 % der Mitspannungskomponente (Grundwelle) liegen. In einigen Gegenden mit teilweise an eine Phase oder zwei Phasen angeschlossenen Verbraucheranlagen können Unsymmetrien bis zu etwa 3 % an den Drehstromnetzanschlüssen auftreten.

15.7.6 THD-Spannung

Unter Normalbedingungen während jedes Zeitraums von einer Woche sollen 95 % der 10-min-Mittel der THD-Werte der Netzspannung (einschließlich aller Harmonischen bis zur 40.) niedriger oder gleich 8 % sein.

15.7.7 Die Spannungsqualitätseinstellung von PowerQ+ nach EN 50160

Die gemessenen Parameter werden als 1-, 2,- 5- und 10-Minuten-Segmente/IPs (1008 IPs bis zu 16h 48min, 33h 36min, 3,5 Tage und 7 Tage) verarbeitet und aufgezeichnet.
PowerQ+ unterstützt EN 50160 direkt. Um das zu nutzen, sollte der Anwender die Aufzeichnung nach EN 50160 im Menü Spannungsqualität wählen. Der Anwender kann

nur Unterbrechungsschwellen und die Dauer der Integrationsperiode (IP) einstellen. In der folgenden Tabelle werden Grenzwerte von PowerQ+ für Spannungsqualitätsmessungen nach EN 50160 gezeigt.

Messwert	Grenzen für 95 % aller Messwerte	Grenzen für alle Messwerte (100 %)
Effektivspannung Spannungs-THD Unsymmetrie (SYM)	±10% ±8% ±2%	+10%/-15% ±8% ±2%
Messwert	*Grenzen für 99,5 % aller Messwerte*	*Grenzen für alle Messwerte (100 %)*
Frequenz	±1%	+4%/-6%
Ereignis	*Anzahl Ereignisse*	*Schwellwert*
Einbruch und Spitze Unterbrechungen	100 100	±10% Definierbar (1÷20 %)

Während der Messung werden nach jeder IP alle Parameterabweichungen sortiert, und zwei statistische Werte werden berechnet: Der eine stellt den Maximalwert von 95 % der IP-Werte dar; der andere den Maximalwert des Rests der IP-Daten (>95% der IP-Werte).
Ereignisse und Unterbrechungen fließen nicht in die erwähnte Berechnung ein. Nur die Anzahl der Ereignisse ist betroffen.

15.7.8 Spannungsqualitätseinstellung von PowerQ+ nach Kundeneinstellung

Durch Auswahl von **Kundeneinstellung** im Menü Spannungsqualität von PowerQ+ kann der Anwender seine eigenen Schwellwerte wählen.
Die Grenzwerte der Effektivwertabweichung, Schwellwerte von Einbrüchen und Spitzen werden mit den Menüpunkten Schwelle+ und Schwelle- definiert. Sie können als Prozentwert der Nennspannung eingestellt werden und zwischen 1 % und 35 % über oder unter der Nennspannung liegen (10 % voreingestellt).

Unterbrechung kann über den Menüpunkt Unterbrechung eingestellt werden und zwischen 1 % und 20 % der Nennspannung liegen (5 % voreingestellt).

Einbrüche und Spitzen werden zusammen pro Phase gezählt und als Spannungs-„Ereignisse“ zusammengefasst.
Unterbrechungen werden getrennt pro Phase gezählt.

Nach jeder IP werden THD und Symmetrieabweichung sortiert und daraus statistische Werte berechnet: Der eine stellt den Maximalwert von nur 95 % der IP-Werte dar; der andere den Maximalwert des Rests der IP-Daten (>95% der IP-Werte). Beachten Sie, dass im Balkendiagramm die 100-%-Linie nicht gezeichnet ist. Ereignisse und Unterbrechungen fließen nicht in die erwähnte Berechnung ein. Nur die Anzahl der Ereignisse ist betroffen.

Menüeintrag	Messwert	Grenzen für 95 % aller Messwerte	
Schwelle+ Schwelle-	Schwankung der Effektivspannung	Anwenderdefinierbar: +1% ÷ +35% Anwenderdefinierbar: -1% ÷ -35%	
- -	Spannungs-THD Unsymmetrie (SYM)	Fest: ±8% Fest: ±2%	
Menüeintrag	*Messwert*	*Grenzen für 99,5 % aller Messwerte*	
-	Frequenz	Fest: ±1%	
Schlüssel	*Ereignis*	*Anzahl Ereignisse*	*Schwellwert*
Schwelle+ Schwelle-	Einbruch und Spitze	Fest: 100	Anwenderdefinierbar: +1% ÷ +35% Anwenderdefinierbar: -1% ÷ -35%
Unterbrechung	Unterbrechungen	Fest: 100	Anwenderdefinierbar: 1÷20%

Es wird eine doppelte Datendarstellung verwendet (Einzelheiten siehe Abschnitt 0):

- grafisch (im Aufzeichnungs- und Anhaltemodus) mit Balkendiagramm,
- tabellarisch (nur im Anhaltemodus), wobei alle aufgezeichneten Daten (außer Frequenz und Symmetrie) für die gewünschte IP pro Phase angezeigt werden.

15.8 Spannungsereignisse

Spannungsanomalien (Spitzen, Einbrüche, Unterbrechungen) treten auf, wenn eine Spannung die Grenzen überschreitet. Die Effektivwerte jeder halben Eingangsperiode werden für den Vergleich benutzt. Die oberen und unteren Grenzwerte (Schwellen) werden als Prozentsatz der Nennspannung eingestellt und können zwischen 1 % und 35 % über oder unter der Nennspannung liegen. Die Unterbrechung kann zwischen 1 % und 20 % der Nennspannung eingestellt werden. Für jede erkannte Spannungsanomalie speichert das Instrument:

- Datum und Uhrzeit des Beginns der Anomalie,
- Minimal- oder Maximalspannung während der Anomalie,
- Dauer der Anomalie.

Die Aufzeichnung von Spannungsanomalien wird bei ausgewählten Spannungseingängen aktiviert.
Beachten Sie, dass bei Spannungseinbruch mit Spitze (transiente Überspannung tritt während des Einbruchs auf) die Spannung des Eintritts in den Einbruch als minimaler Einbruchswert aufgezeichnet wird.

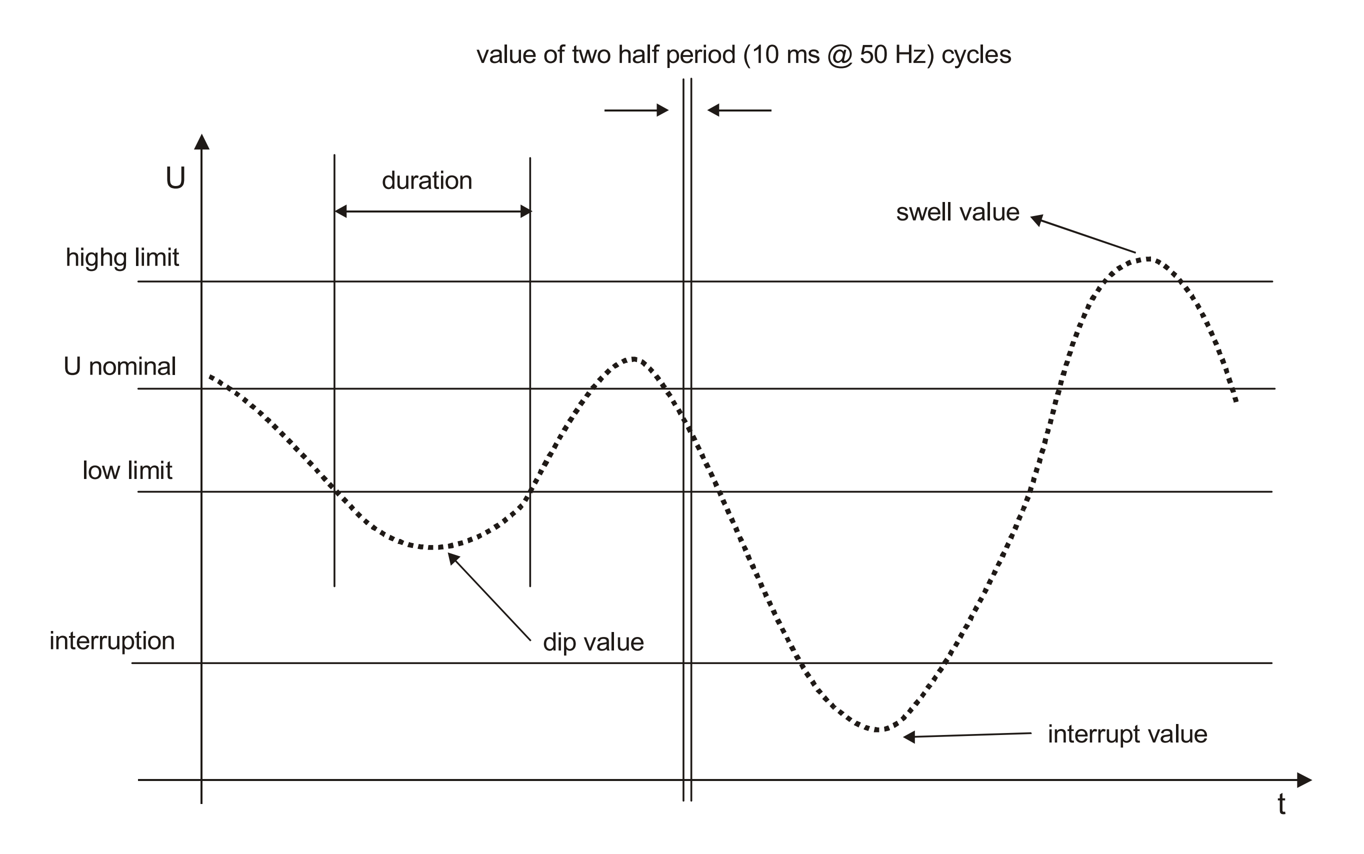


Abb. 15.6: Definition der Spannungsereignisse

15.9 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm (U-I) ist als Vektor-Phasendarstellung von Spannungen und Strömen bezüglich des Messnetzes gedacht. Es wird primär zur Überprüfung des richtigen Anschlusses von Messleitungen und Stromzangen benutzt.

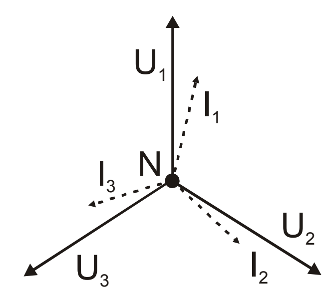


Abb. 15.7: 3-Phasendiagramm

Das Phasendiagramm (SYM) ist dazu gedacht, die Strom- und Spannungsunsymmetrie des gemessenen Netzes darzustellen. Es wird über die Methode der symmetrischen Komponenten (Null, Gegen- und Mitkomponente) definiert.

Unsymmetrie von Netzspannung und -strom ist definiert als das Verhältnis der Gegenkomponente zur Mitkomponente.

$$Usym = \frac{|U-|}{|U+|} \cdot 100\ \% = \frac{Gegenspannung}{Mitspannung} \cdot 100\ \%$$

$$Isym = \frac{|I-|}{|I+|} \cdot 100\ \% = \frac{Gegenstrom}{Mitstrom} \cdot 100\ \%$$

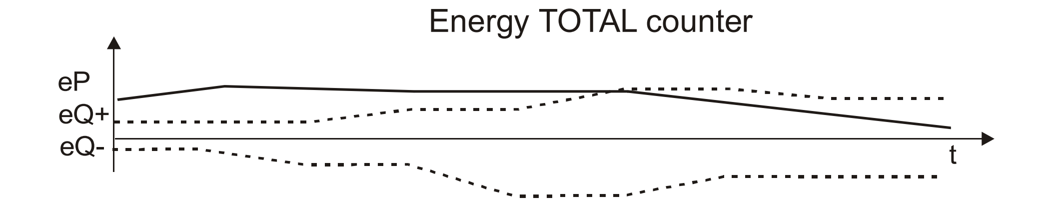
15.10 Energie

Die Energieaufzeichnung enthält drei verschiedene Zähler für Wirk- und Blindenergie. Der Gesamtzähler ist für die Messung der Energie über einen weiten Zeitbereich gedacht. Wenn die Energieaufzeichnung beginnt, summiert sie die Energie zum vorhandenen Stand der Zähler. Sie können nur im EINSTELL-Menü gelöscht werden.

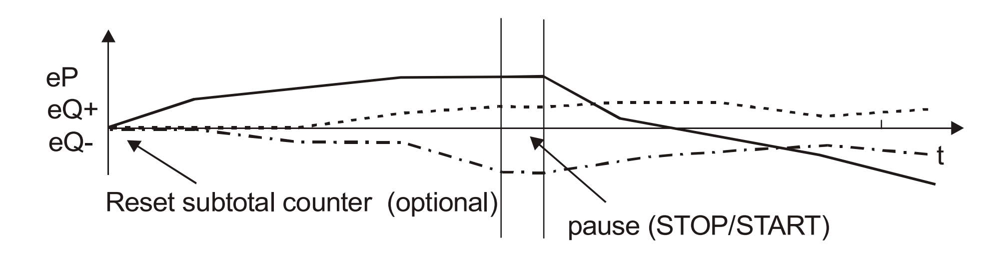
Der Teilzähler ist für die Messung der Energie über kürzere Zeitbereiche gedacht. Er kann beim Start der Aufzeichnung gelöscht werden oder nicht.

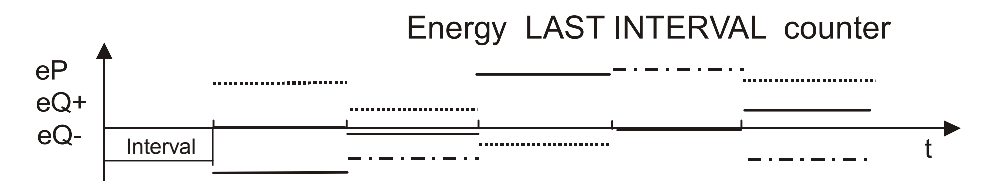
Der Zähler der letzten Integrationsperiode (IP) misst die Energie über ein voreingestelltes Intervall, das zwischen 1 und 15 Minuten eingestellt werden kann. Er wird bei jedem Start einer Aufzeichnung zurückgestellt.

Die Aufzeichnung kann mit der *STOP* -Taste unterbrochen und dann mit der *START* -Taste fortgesetzt werden.



Energy SUBTOTAL counter





Last interval counter always starts from zero and it is reset after each interval.
Interval can be set from 1 to 15 min.

eP - active energy
eQ+ - positive reactive energy
eQ- - negative reactive energy

Abb. 15.8: Messungen der Energiezähler

16 PowerQ Link -PC-Software

Die Instrumentenreihe Power Q wird mit einer Windows-Software geliefert, die für Folgendes verwendet werden kann:

- Herunterladen aufgezeichneter Daten.
- Offline-Analyse aufgezeichneter Daten.

Die Software bietet auch die notwendigen Werkzeuge zum Einbinden von Messdaten in verschiedene Berichte.

Die Minimalanforderung für den Betrieb der Software ist Windows 98/ME auf dem PC.

16.1 Systemanforderungen

Computersystem	Pentium oder kompatibles System mit einer freien seriellen Schnittstelle (RS 232) oder USB-Port
Betriebssystem	Windows 98/ME, Windows 2000, Windows XP

16.2 Installation von PowerQ Link

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Software PowerQ Link installiert und konfiguriert wird, mit der Ihr Computer mit dem Instrument kommunizieren kann.

16.2.1 Installation der Software PowerQ Link

Legen Sie die Installations-CD in das CD-Laufwerk ein. Das Setup-Programm erscheint auf dem Schirm. Klicken Sie auf **PowerQ Link installieren**. Sie werden aufgefordert, den Zielordner zu wählen, in den die Software installiert werden soll. Der voreingestellte Ordner ist **C:\Programme\PowerQLink**. Wenn Sie die Software in einem anderen Ordner installieren wollen, klicken Sie auf **Durchsuchen** (Browse). Wenn Sie fertig sind, klicken Sie auf **Weiter** (Next), um die Installation zu starten. Das Installationsprogramm setzt einen Eintrag in das **Start**menü von Windows.

16.2.2 Konfigurierung der Software Power Link

Nach Abschluss der Installation starten Sie das Programm PowerQ Link, wählen *Sprache* (Language) aus dem Menü *Einstellungen* (Settings) und wählen die gewünschte Menüsprache.

16.3 Anschluss von PowerQ-Instrumenten an den PC

Das Instrument kann über die USB- oder die RS-232-Schnittstelle angeschlossen werden. In den folgenden Abschnitten werden beide Verfahren gezeigt.

16.3.1 RS-232-Schnittstelle

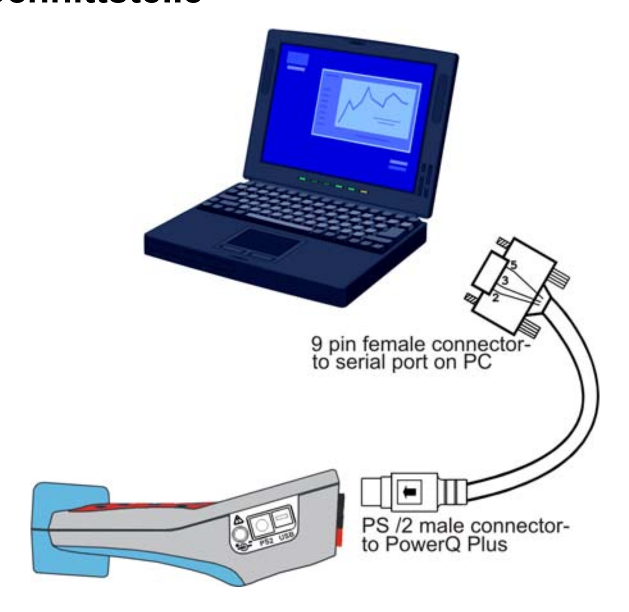


Abb. 16.1: Anschluss des Instruments an den PC über die RS-232-Schnittstelle

1. Verbinden Sie das Instrument und den PC mit dem RS-232-Kabel.
2. Wählen Sie "RS-232-Schnittstelle" in PowerQ+ (siehe Abb. 4.14)
3. Stellen Sie am Instrument die Baudrate ein.
4. Wählen Sie *COM-Port* im Menü *Einstellungen* und wählen Sie eine geeignete COM-Schnittstelle.
5. Wählen Sie die Baudrate in PowerQ Link. Achten Sie darauf, dass dies dieselbe Baudrate ist wie beim Instrument.
6. Klicken Sie auf der Symbolleiste von PowerQ Link auf "Datendownload". Vergewissern Sie sich vor dem Herunterladen, dass das Instrument Daten gespeichert hat.

16.3.2 Verfahren beim USB-Anschluss

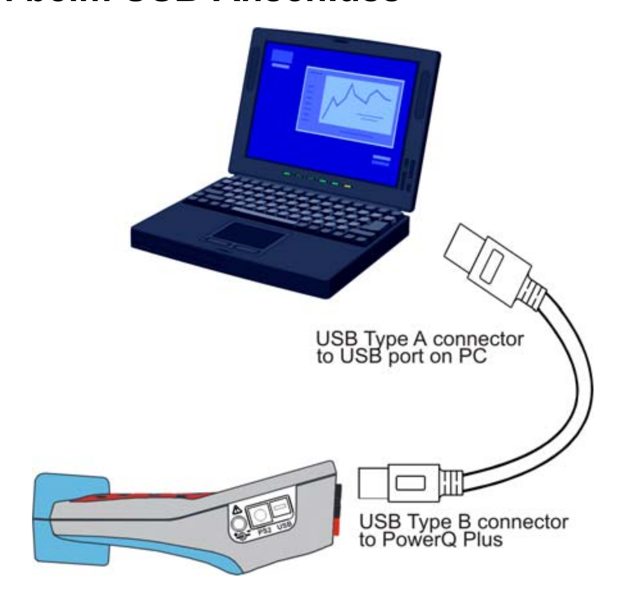


Abb. 16.2: Anschluss des Instruments an den PC über die USB-Schnittstelle

Zum USB-Anschluss sollte der Anwender USB-Treiber installieren, darunter Treiber für virtuelle serielle Schnittstellen. Einzelheiten siehe Anleitung zur Installation von USB-Treibern. Nach erfolgreicher Treiberinstallation kann das Instrument an den PC angeschlossen werden.

Wählen Sie *COM-Port* im Menü *Einstellungen* und wählen Sie eine geeignete COM-Schnittstelle.
Wählen Sie die Baudrate in PowerQ Link. Achten Sie darauf, dass dies dieselbe Baudrate ist wie beim Instrument.

1. Verbinden Sie das Instrument und den PC mit dem USB-Kabel.
2. Wählen Sie "USB-Schnittstelle" in PowerQ+ (siehe Abb. 4.14)
3. Stellen Sie am Instrument die Baudrate ein.
4. Schalten Sie das Gerät ein. Der PC sollte melden, dass ein neues USB-Gerät gefunden worden und zur Verwendung bereit sei. Der Anwender muss unbedingt bestimmen, welcher virtuelle Port dem Instrument zugewiesen wird. Zu Einzelheiten über die Bestimmung des virtuellen Ports siehe Anleitung zur Installation von USB-Treibern.
5. Wählen Sie *COM-Port* im Menü *Einstellungen* und wählen Sie eine geeignete COM-Schnittstelle.
6. Wählen Sie die Baudrate in PowerQ Link. Achten Sie darauf, dass dies dieselbe Baudrate ist wie beim Instrument.
7. Klicken Sie auf der Symbolleiste von PowerQ Link auf "Datendownload". Vergewissern Sie sich vor dem Herunterladen, dass das Instrument Daten gespeichert hat.

16.4 Einführung zum Bildschirm von PowerQ Link

Der Eröffnungsbildschirm ist der Ausgangspunkt für alle Aktionen.

- Herunterladen von Daten.
- Analyse von heruntergeladenen oder zuvor gespeicherten Daten.

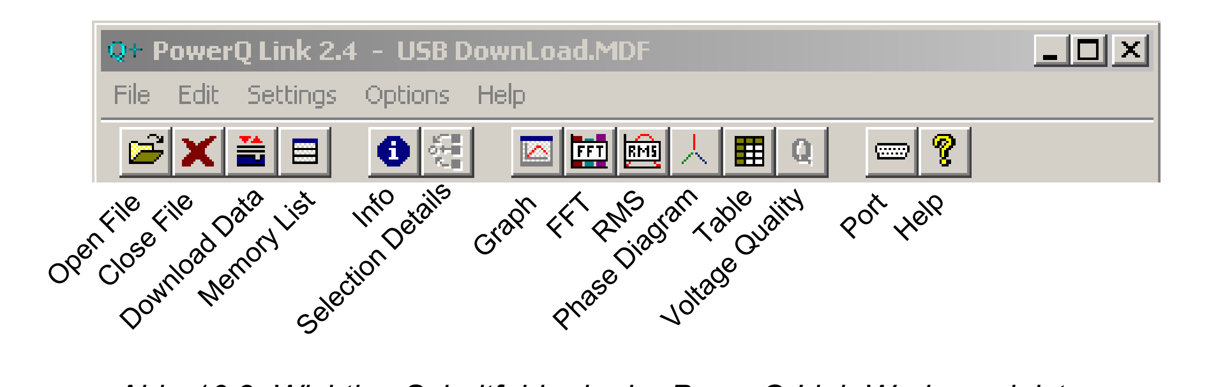


Abb. 16.3: Wichtige Schaltfelder in der PowerQ Link-Werkzeugleiste

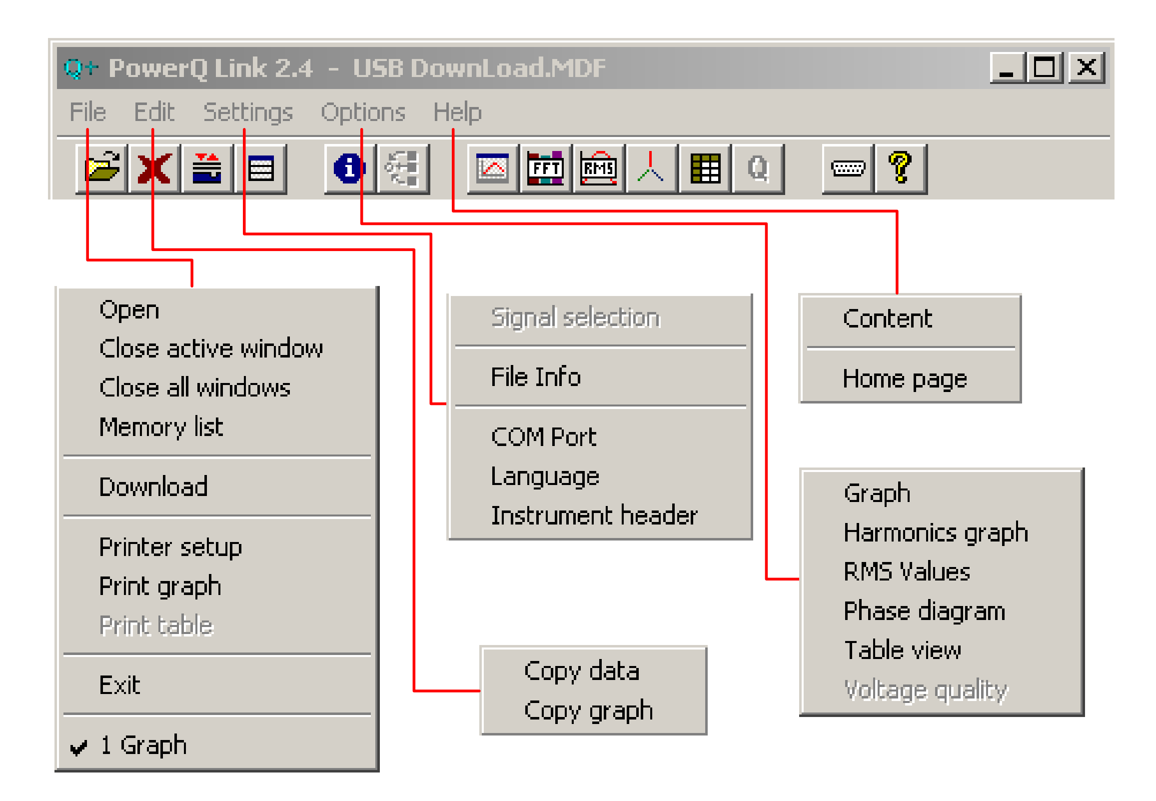


Abb. 16.4:Pulldown-Menüs des Eröffnungsbildschirms

16.5 Herunterladen von Daten

Das Herunterladen von Daten ist in vier Schritte unterteilt:

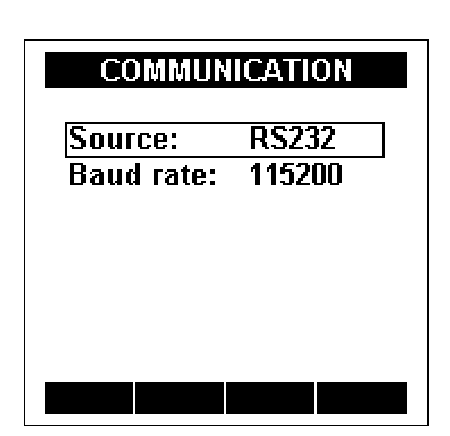
1. Speicherliste.
2. Auswahl von Speichern zum Herunterladen
3. Herunterladen der ausgewählten Speicher
4. Festlegung des Zieldateinamens

Wählen Sie zum Start des Herunterladens *Download* aus dem Menü *Datei*. Wenn das Programm keine Verbindung zum Instrument erhält, überprüfen Sie, ob die Baudrate korrekt eingestellt ist (muss bei Instrument und PC den gleichen Wert haben) und ob das serielle Kabel richtig angeschlossen ist (siehe Abschnitt Schnittstelle) .

Anmerkung: Während des Herunterladens sollte sich das Instrument nicht im Messmodus befinden. Es wird empfohlen, dass sich PowerQ / PowerQ+ im Hauptmenü befindet. Sonst meldet PowerQ Link, dass das Instrument belegt ist.

Anmerkung: PowerQ Link gibt die Meldung „Keine Aufzeichnung“ aus, wenn der Speicher des Instruments leer ist.

Einstellung der Kommunikation des Instruments



Kommunikationseinstellung in PowerQ Link

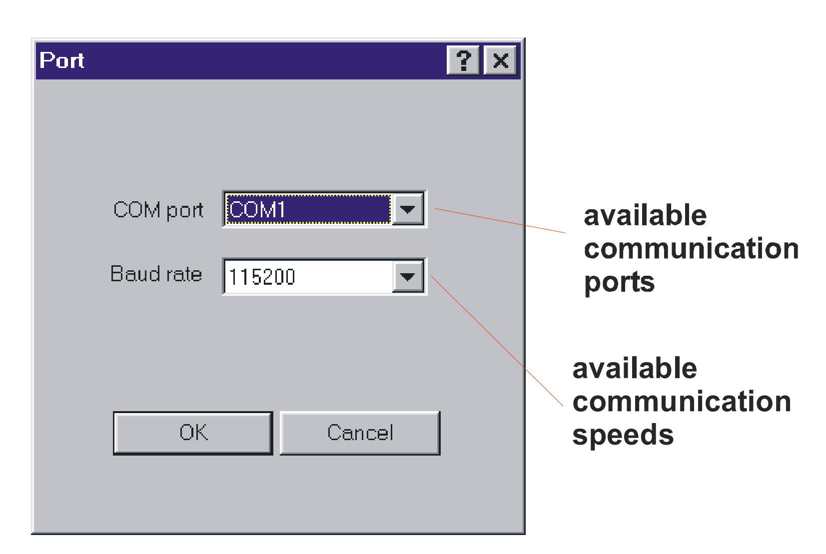
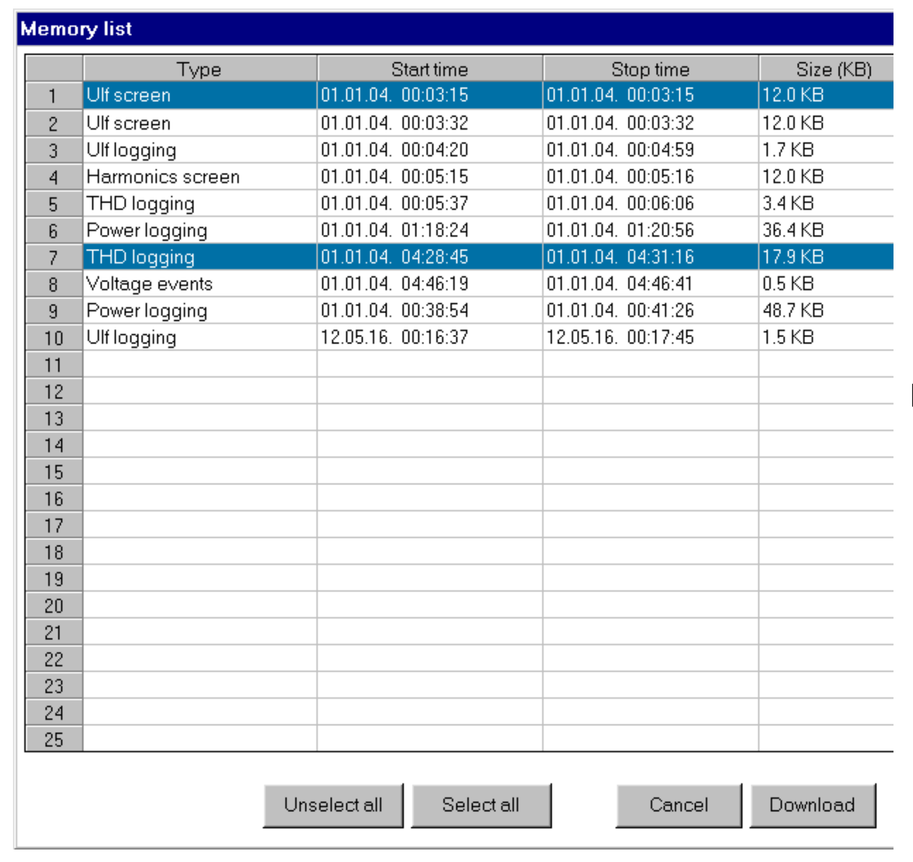


Abb. 16.5: Einstellung der Baudrate und des COM-Ports

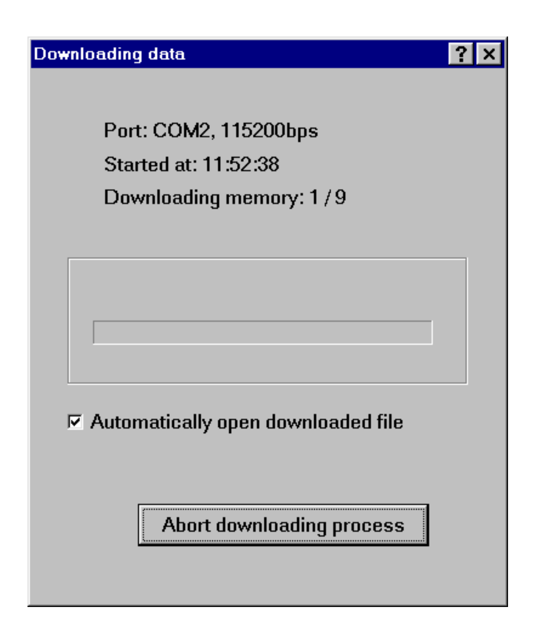
Speicherliste:



In diesem Beispiel hat der Anwender zwei Speicher zum Herunterladen ausgewählt: die 1. Zeile mit dem Ulf-Bildschirm und die 7. Zeile mit THD-Aufzeichnung. PowerQ Link wird nur diese beiden Speicher herunterladen und abspeichern.

Abb. 16.6: Bildschirm SPEICHERLISTE

Die Speicher können mit Linksklick in der entsprechenden Zeile ausgewählt/abgewählt werden.



Während des Herunterladens zeigt das Programm an: "Lade Daten herunter".

Abb. 16.7: Meldung "Lade Daten herunter"

Wenn ein Übertragungsfehler auftritt oder der Anwender die Schaltfläche "*Downloadvorgang abbrechen*" anklickt, erscheint eine Meldung, die drei Möglichkeiten anbietet:

Abbrechen – Herunterladen stoppen, ohne bereits geladene Daten zu speichern.
Nochmals versuchen – Erneut versuchen, den problematischen Speicher herunterzuladen.
Ignorieren – Problematischen Speicher überspringen und Herunterladen fortsetzen.

Nachdem die Daten heruntergeladen wurden, können sie durch PC-Software gesichert und angezeigt werden.

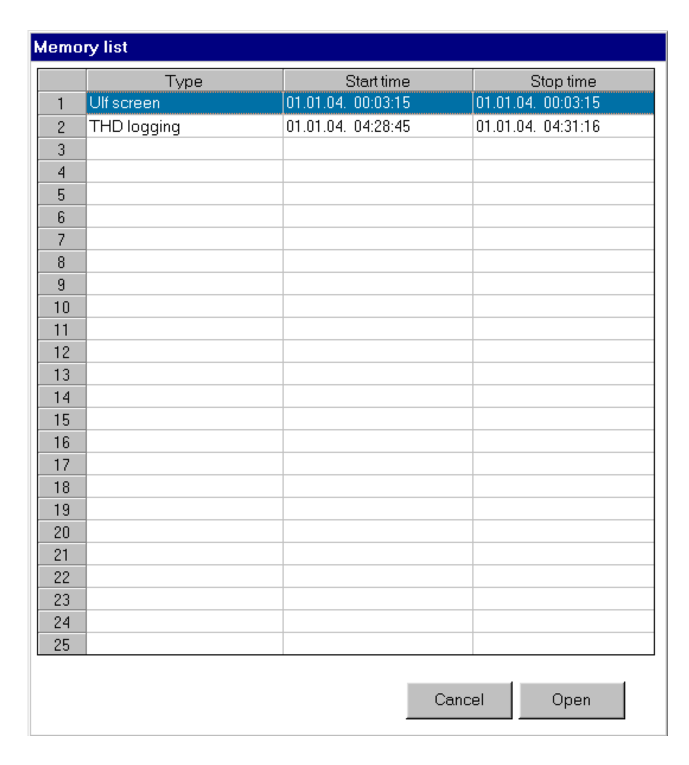


Abb. 16.8: Heruntergeladene Speicher

16.6 Anzeigen von Daten

16.6.1 Verfügbare Funktionen

	Diagramm	Effektivwert-Tabelle	Ober-schwingungs-diagramm	Datentabelle	Phasen-diagramm	Spannungsqualität
UIf-Bildschirm	✓	✓	✓	✓	✓	**x**
Leistungs-Bildschirm	✓	✓	✓	✓	✓	**x**
Bildschirm Ober-schwin-gungen	✓	✓	✓	✓	✓	**x**

Bildschirm Phasen-diagramm-	✓	✓	✓	✓	✓	x
UIf-Aufzeichn.	✓	x	x	✓	x	x
Leistungs-aufzeich-nung	✓	x	x	✓	x	x
THD-Aufzeichn.	✓	x	x	✓	x	x
Aufz. Spgs.güte	✓	x	x	✓	x	✓

16.6.2 Kurvendiagramm

Das Standardkurvendiagramm ist den Gerätemessungen vorbehalten: UIf-Bildschirm, Leistungsbildschirm, Oberschwingungsbildschirm, Phasendiagramm. Dies Art Kurve stellt Spannungs- und Strom-Rohdatenwerte dar, die auf die x-Achse (Zeit) und die y-Achse (Werte in V und A) skaliert sind. Jede Signalart hat ihre eigene Skala für die y-Achse, nach der die Datenkurve skaliert ist. Die Zeitachse wird in Millisekunden dargestellt.

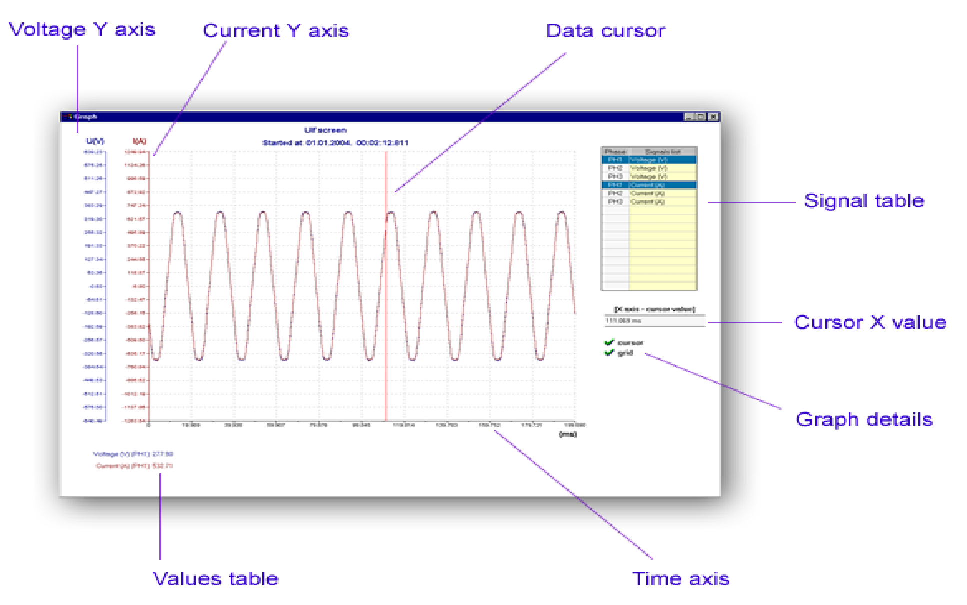


Abb. 16.9: Kurvendarstellung

Signaltabelle – Liste aller aufgezeichneten Signale. Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Anwender die entsprechende Zeile anklicken. Das Signal wird automatisch dem Diagramm hinzugefügt. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte gibt die Phase an (PH1 – Phase 1, usw.), in der anderen Spalte finden sich Signalnamen. Der Anwender kann bis zu 9 Signale zur Anzeige im Diagramm auswählen.
Datencursor – Hellrote Linie, die dem Mauscursor folgt. Die Signalwerte unter dem Cursor werden in der *Wertetabelle* und der Zelle *Cursor-x-Wert* dargestellt. Der Cursor kann mit Hilfe des Menüs *Diagramm-Einzelheiten* verborgen werden. Es ist wichtig zu verstehen, dass es wegen der Grafik-Auflösung des PCs nicht möglich ist, jeden Punkt

der Datenkurve im Diagramm darzustellen. (Die Zeichenroutine überspringt einige Punkte.) Benutzen Sie die Zoomfunktion, um einen interessanten Teil des Diagramms zu vergrößern, damit Sie sicher sind, dass der Cursor den Wert jedes Punkts der Datenkurve erfasst.

Cursor–x-Wert – Wenn der Datencursor eingeschaltet ist, wird der Wert der Position auf der x-Achse in ms angezeigt.

Wertetabelle – Wenn der Datencursor eingeschaltet ist, werden die Werte der ausgewählten Signale in dieser Tabelle angezeigt. Die Textfarben in der Tabelle stimmen mit den Kurvenfarben im Diagramm überein.

Herein– und Herauszoomen – Zum Ausführen der Zoomfunktion drücken und halten Sie die linke Maustaste im Diagrammbereich, während Sie mit der Maus ziehen. Wenn die Maustaste freigegeben wird, zeigt das Programm den gewählten Teil des Diagramms in vergrößerter Ansicht. Um herauszuzoomen, drücken Sie die rechte Maustaste innerhalb des Diagrammbereiches.

Wie werden Daten aus dem Kurvenfenster in andere Programme exportiert (zum Beispiel Microsoft Excel)?

Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Nur in PowerQ Link ausgewählte Signale werden kopiert. Dasselbe Verfahren gilt für Kurvenexport als Bild.

16.6.3 Oberschwingungsdiagramm

Die Funktion "Oberschwingungsdiagramm" zeigt Spannungs- und Stromoberschwingungen in zwei getrennten Diagrammen: Spannungs- und Stromdiagramm. In jedem Diagramm gibt es 52 Balken auf der x-Achse: Gleich–Komponente, 1. – 50. Harmonische und THD. Dieses Diagramm funktioniert bei folgenden Messungen des Instruments: UIf-Bildschirm, Leistungsbildschirm, Oberschwingungsbildschirm, Phasendiagramm.

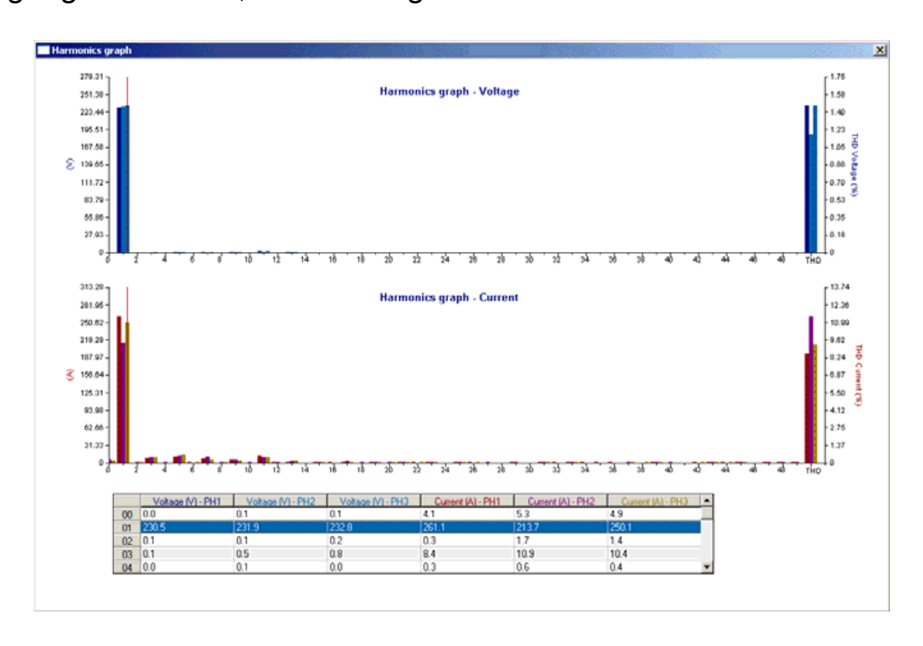


Abb. 16.10: Oberschwingungsdiagramm

Datentabelle – Liste aller aufgezeichneten Signale: Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Anwender die entsprechende Zeile anklicken. Die Signale werden automatisch gezeichnet. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte gibt die Phase an (PH1 – Phase 1, usw.), in der anderen Spalte finden sich Signalnamen. Der Anwender kann bis zu 9 Signale zur Anzeige im Diagramm auswählen.
Datencursor – hellrote Linie, die dem Mauscursor für das ausgewählte Signal folgt.

Wie werden Daten aus dem Oberschwingungsfenster in andere Programme exportiert (zum Beispiel Microsoft Excel)?
Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Alle Signale aus der Tabelle werden kopiert. Dasselbe Verfahren gilt für Kurvenexport als Bild.

16.6.4 Aufzeichnungsdiagramm

Das Standardaufzeichnungs-Diagramm ist für die Messaufzeichnungen des Instruments gedacht: UIf-Aufzeichnung, THD-Aufzeichnung, Einschaltstoß-Aufzeichnung und Leistungs-Aufzeichnung. Jeder Signaltyp hat seine eigene Skala für die y-Achse.

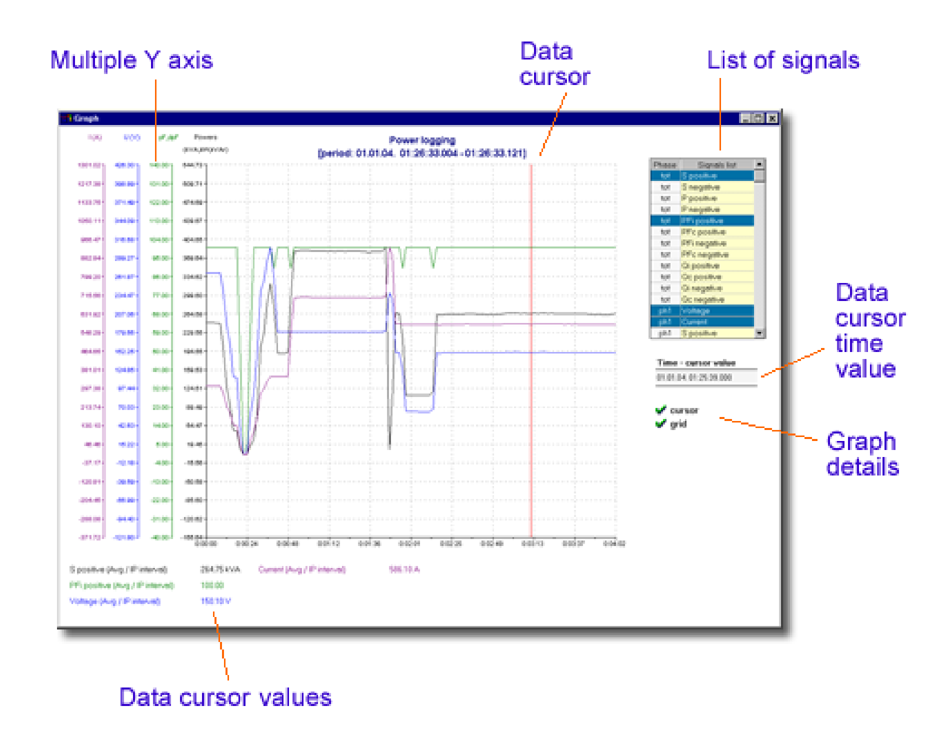


Abb. 16.11: Aufzeichnungsdiagramm

Signaltabelle – Liste aller aufgezeichneten Signale. Die markierten Zeilen werden im Diagramm dargestellt. Zur Auswahl eines Signals muss der Anwender die entsprechende Zeile anklicken. Das Signal wird automatisch dem Diagramm hinzugefügt. Es gibt zwei Spalten in der Tabelle: Die erste Spalte gibt die Phase an (PH1 – Phase 1, usw.), in der anderen Spalte finden sich Signalnamen. Der Anwender kann bis zu 9 Signale zur Anzeige im Diagramm auswählen.

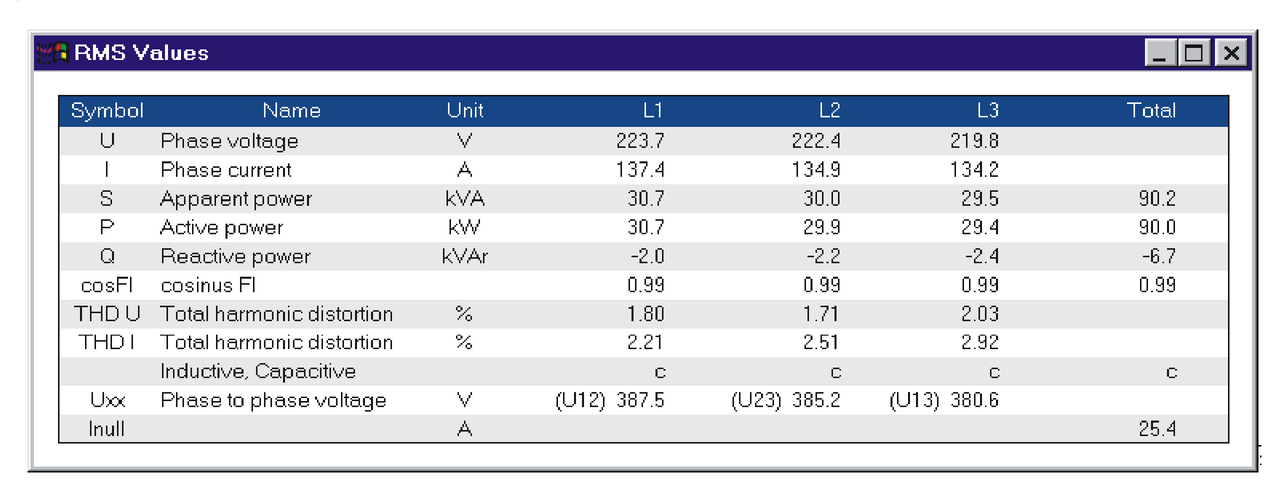
Datencursor – Hellrote Linie, die dem Mauscursor folgt. Die Signalwerte unter dem Cursor werden in der *Wertetabelle* und der Zelle *Cursor-x-Wert* dargestellt. Der Cursor kann mit Hilfe des Menüs *Diagramm-Einzelheiten* verborgen werden. Es ist wichtig zu verstehen, dass es wegen der Grafik-Auflösung des PCs nicht möglich ist, jeden Punkt der Datenkurve im Diagramm darzustellen. (Die Zeichenroutine überspringt einige Punkte.) Benutzen Sie die Zoomfunktion, um einen interessanten Teil des Diagramms zu vergrößern, damit Sie sicher sind, dass der Cursor den Wert jedes Punkts der Datenkurve erfasst.
Cursor–x-Wert – Wenn der Datencursor eingeschaltet ist, wird der Wert der Position auf der x-Achse in ms angezeigt.
Wertetabelle – Wenn der Datencursor eingeschaltet ist, werden die Werte der ausgewählten Signale in dieser Tabelle angezeigt. Die Textfarben in der Tabelle stimmen mit den Kurvenfarben im Diagramm überein.

Herein– und Herauszoomen – Zum Ausführen der Zoomfunktion drücken und halten Sie die linke Maustaste im Diagrammbereich, während Sie mit der Maus ziehen. Wenn die Maustaste freigegeben wird, zeigt das Programm den gewählten Teil des Diagramms in vergrößerter Ansicht. Um herauszuzoomen, drücken Sie die rechte Maustaste innerhalb des Diagrammbereiches.

Wie werden Daten aus dem Kurvenfenster in andere Programme exportiert (zum Beispiel Microsoft Excel)?
Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten*. Nur in PowerQ Link ausgewählte Signale werden kopiert. Dasselbe Verfahren gilt für Kurvenexport als Bild.

16.6.5 Effektivwert-Tabelle

Die Effektivwert-Tabelle stellt gezählte Effektivwerte für alle drei Phasen und Summen jeder Größe dar.



RMS Values

Symbol	Name	Unit	L1	L2	L3	Total
U	Phase voltage	V	223.7	222.4	219.8	
I	Phase current	A	137.4	134.9	134.2	
S	Apparent power	kVA	30.7	30.0	29.5	90.2
P	Active power	kW	30.7	29.9	29.4	90.0
Q	Reactive power	kVAr	-2.0	-2.2	-2.4	-6.7
cosFI	cosinus FI		0.99	0.99	0.99	0.99
THD U	Total harmonic distortion	%	1.80	1.71	2.03	
THD I	Total harmonic distortion	%	2.21	2.51	2.92	
	Inductive, Capacitive		c	c	c	c
Uxx	Phase to phase voltage	V	(U12) 387.5	(U23) 385.2	(U13) 380.6	
Inull		A				25.4

Abb. 16.12: Effektivwert-Tabelle

Wie werden Daten aus der Effektivwerttabelle in andere Programme exportiert (zum Beispiel Microsoft Excel)?

Wählen Sie aus dem Menü *Bearbeiten* den Punkt *Daten kopieren*. Führen Sie Microsoft Excel aus und wählen Sie *Einfügen* aus dem dortigen Menü *Bearbeiten* .

Phasendiagramm
Das Phasendiagramm stellt in zwei getrennten Diagrammen Spannungs- und Strom-Phasenwinkel und die Symmetrie des gemessenen Netzes dar.

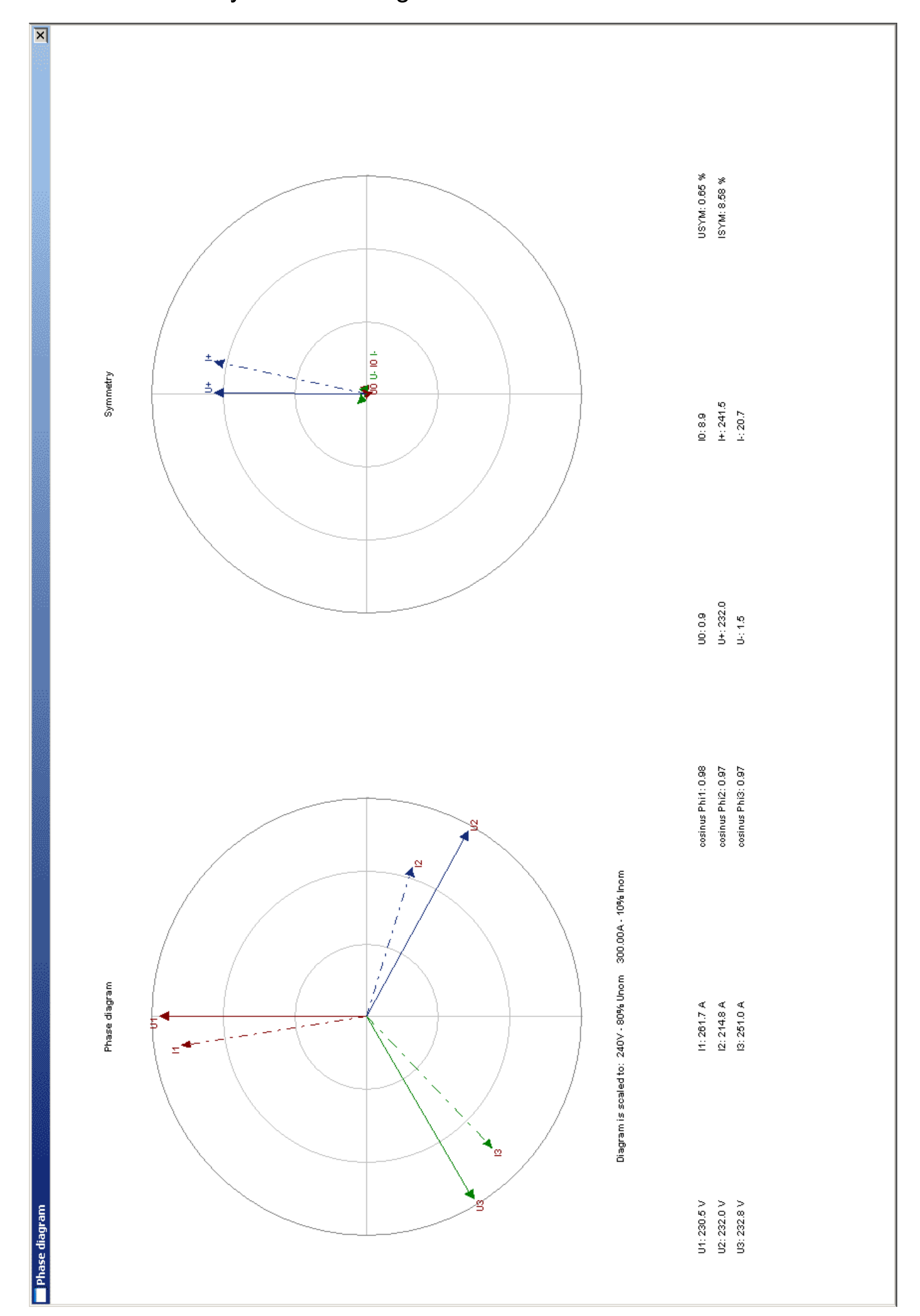
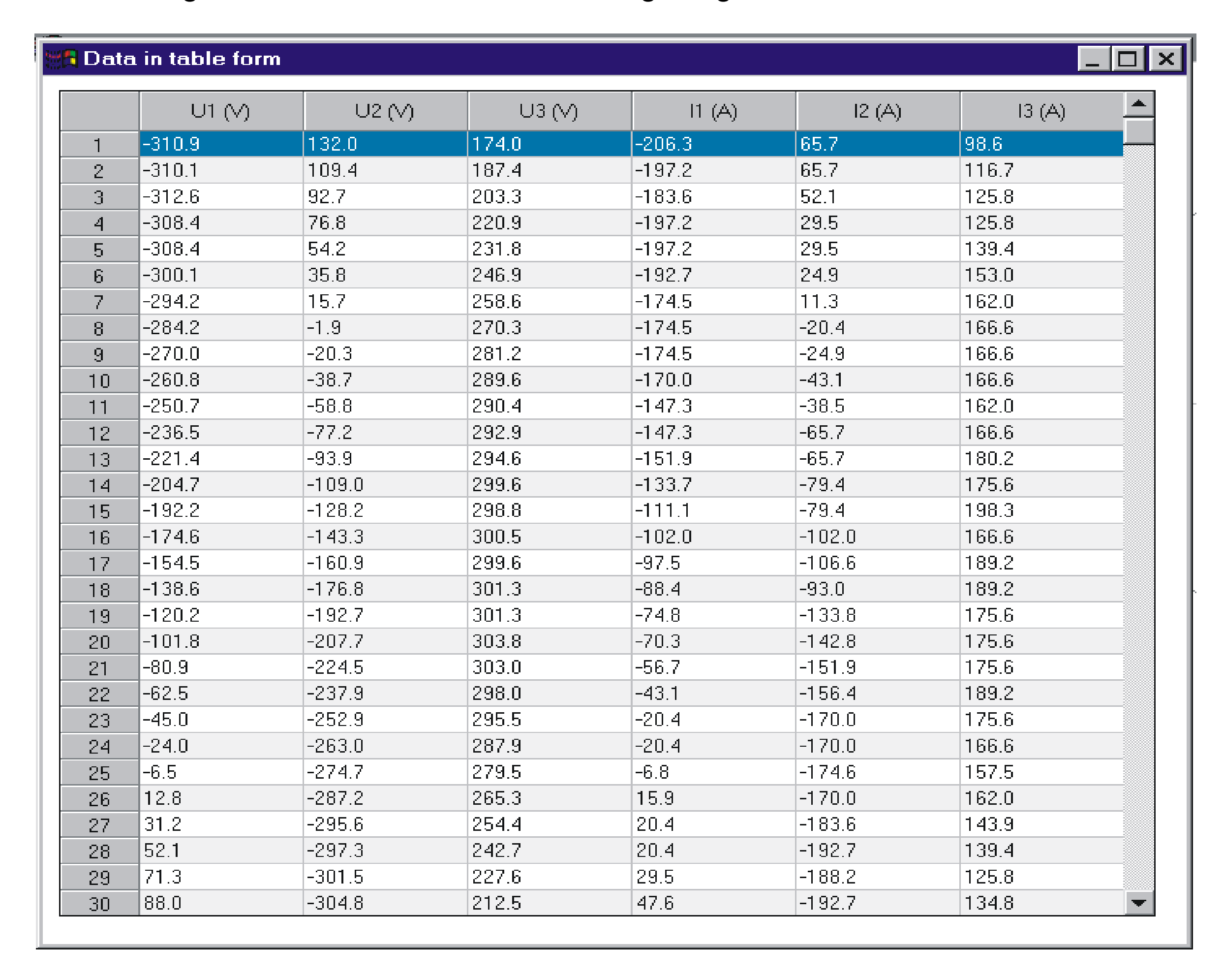


Abb. 16.13: Bildschirm PHASENDIAGRAMM

Das Phasendiagramm kann als Bild über den Menübefehl *Bearbeiten – Diagramm kopieren* kopiert werden.

16.6.6 Datentabelle

Alle sechs Signale werden in Tabellenform angezeigt.

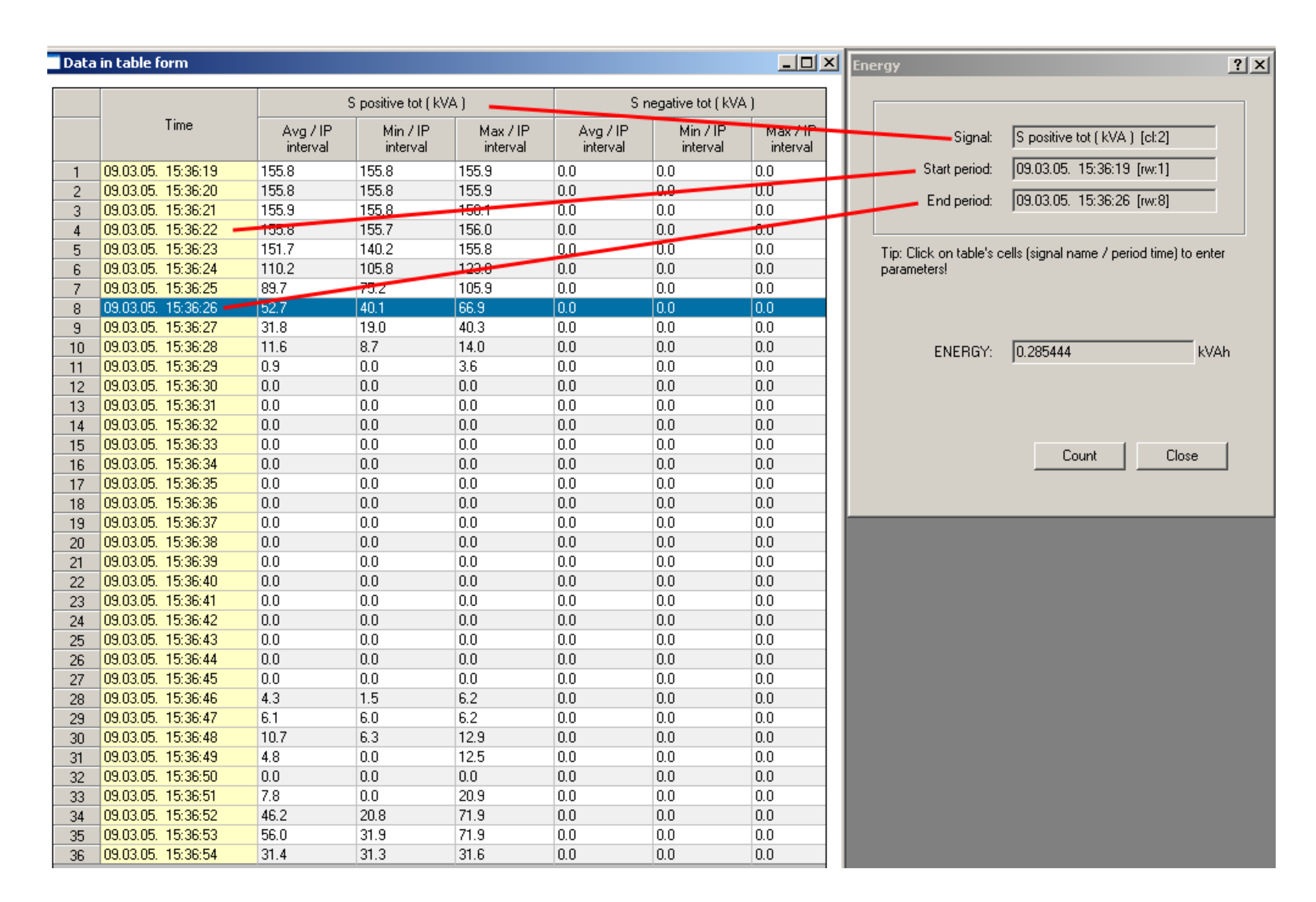

Data in table form

	U1 (V)	U2 (V)	U3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
1	-310.9	132.0	174.0	-206.3	65.7	98.6
2	-310.1	109.4	187.4	-197.2	65.7	116.7
3	-312.6	92.7	203.3	-183.6	52.1	125.8
4	-308.4	76.8	220.9	-197.2	29.5	125.8
5	-308.4	54.2	231.8	-197.2	29.5	139.4
6	-300.1	35.8	246.9	-192.7	24.9	153.0
7	-294.2	15.7	258.6	-174.5	11.3	162.0
8	-284.2	-1.9	270.3	-174.5	-20.4	166.6
9	-270.0	-20.3	281.2	-174.5	-24.9	166.6
10	-260.8	-38.7	289.6	-170.0	-43.1	166.6
11	-250.7	-58.8	290.4	-147.3	-38.5	162.0
12	-236.5	-77.2	292.9	-147.3	-65.7	166.6
13	-221.4	-93.9	294.6	-151.9	-65.7	180.2
14	-204.7	-109.0	299.6	-133.7	-79.4	175.6
15	-192.2	-128.2	298.8	-111.1	-79.4	198.3
16	-174.6	-143.3	300.5	-102.0	-102.0	166.6
17	-154.5	-160.9	299.6	-97.5	-106.6	189.2
18	-138.6	-176.8	301.3	-88.4	-93.0	189.2
19	-120.2	-192.7	301.3	-74.8	-133.8	175.6
20	-101.8	-207.7	303.8	-70.3	-142.8	175.6
21	-80.9	-224.5	303.0	-56.7	-151.9	175.6
22	-62.5	-237.9	298.0	-43.1	-156.4	189.2
23	-45.0	-252.9	295.5	-20.4	-170.0	175.6
24	-24.0	-263.0	287.9	-20.4	-170.0	166.6
25	-6.5	-274.7	279.5	-6.8	-174.6	157.5
26	12.8	-287.2	265.3	15.9	-170.0	162.0
27	31.2	-295.6	254.4	20.4	-183.6	143.9
28	52.1	-297.3	242.7	20.4	-192.7	139.4
29	71.3	-301.5	227.6	29.5	-188.2	125.8
30	88.0	-304.8	212.5	47.6	-192.7	134.8

Abb. 16.14: Datentabelle

Die Tabelle kann durch den Menübefehl *Bearbeiten – Daten kopieren* in die Zwischenablage kopiert werden.

Wenn in der Tabelle Leistungsdaten (P, Q, S) enthalten sind, kann die Energie mit „Energiensummen berechnen“ aus dem Menü "Datei" berechet werden. Das entsprechende Signal mit Start- und Endezeitpunkt sollte gewählt werden. Nach Drücken der Schaltfläche "Zählen" liefert PowerQ Link die aufsummierte Energie.



	Time	S positive tot (kVA)			S negative tot (kVA)		
		Avg / IP interval	Min / IP interval	Max / IP interval	Avg / IP interval	Min / IP interval	Max / IP interval
1	09.03.05. 15:36:19	155.8	155.8	155.9	0.0	0.0	0.0
2	09.03.05. 15:36:20	155.8	155.8	155.9	0.0	0.0	0.0
3	09.03.05. 15:36:21	155.9	155.8	156.1	0.0	0.0	0.0
4	09.03.05. 15:36:22	155.8	155.7	156.0	0.0	0.0	0.0
5	09.03.05. 15:36:23	151.7	140.2	155.8	0.0	0.0	0.0
6	09.03.05. 15:36:24	110.2	105.8	123.8	0.0	0.0	0.0
7	09.03.05. 15:36:25	89.7	75.2	105.9	0.0	0.0	0.0
8	09.03.05. 15:36:26	52.7	40.1	66.9	0.0	0.0	0.0
9	09.03.05. 15:36:27	31.8	19.0	40.3	0.0	0.0	0.0
10	09.03.05. 15:36:28	11.6	8.7	14.0	0.0	0.0	0.0
11	09.03.05. 15:36:29	0.9	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0
12	09.03.05. 15:36:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	09.03.05. 15:36:31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	09.03.05. 15:36:32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	09.03.05. 15:36:33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	09.03.05. 15:36:34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	09.03.05. 15:36:35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	09.03.05. 15:36:36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	09.03.05. 15:36:37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	09.03.05. 15:36:38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	09.03.05. 15:36:39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	09.03.05. 15:36:40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	09.03.05. 15:36:41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	09.03.05. 15:36:42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	09.03.05. 15:36:43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	09.03.05. 15:36:44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	09.03.05. 15:36:45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	09.03.05. 15:36:46	4.3	1.5	6.2	0.0	0.0	0.0
29	09.03.05. 15:36:47	6.1	6.0	6.2	0.0	0.0	0.0
30	09.03.05. 15:36:48	10.7	6.3	12.9	0.0	0.0	0.0
31	09.03.05. 15:36:49	4.8	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
32	09.03.05. 15:36:50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	09.03.05. 15:36:51	7.8	0.0	20.9	0.0	0.0	0.0
34	09.03.05. 15:36:52	46.2	20.8	71.9	0.0	0.0	0.0
35	09.03.05. 15:36:53	56.0	31.9	71.9	0.0	0.0	0.0
36	09.03.05. 15:36:54	31.4	31.3	31.6	0.0	0.0	0.0

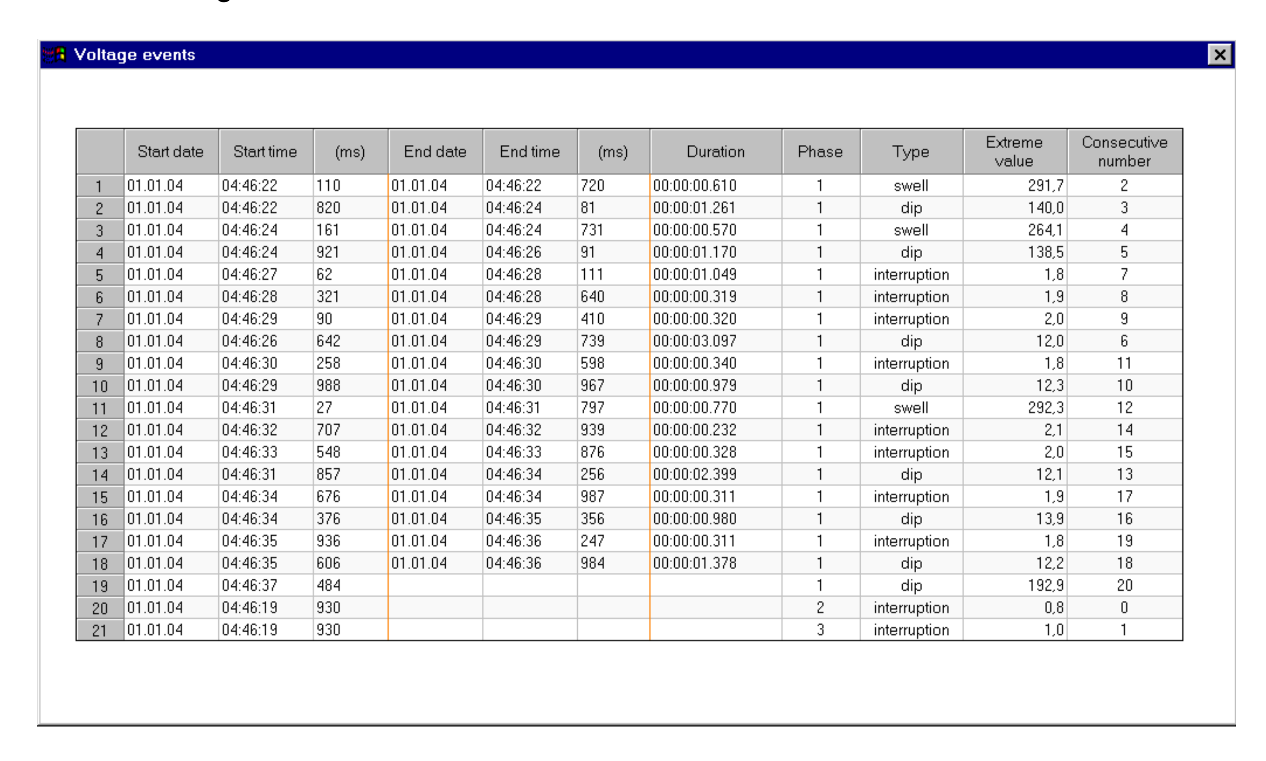
Abb. 16.15: Energieberechnung

Anmerkung: Abgeleitete Größen wie Leistung und Energie werden unabhängig im Gerät oder in PowerQ Link berechnet. Solche Operationen machen es möglich, in PowerQ Link zusätzliche Funktionalitäten zu bieten. Auf Grund der Unterschiede in den Berechnungsalgorithmen und der numerischen Genauigkeiten könnten die Ergebnisse jedoch leicht abweichen.

16.6.7 Spannungsereignisse

Die Funktion "Spannungsereignisse" ist zur Aufzeichnung von Spannungsereignissen (Einbrüchen, Unterbrechungen und transienten Überspannungen [Spitzen]) gedacht. Für jedes Ereignis speichert das Instrument folgende Informationen:

- Start- und Endezeit
- Art des Ereignisses
- Phase,
- Extremwert
- Ordnungszahl



Voltage events

	Start date	Start time	(ms)	End date	End time	(ms)	Duration	Phase	Type	Extreme value	Consecutive number
1	01.01.04	04:46:22	110	01.01.04	04:46:22	720	00:00:00.610	1	swell	291,7	2
2	01.01.04	04:46:22	820	01.01.04	04:46:24	81	00:00:01.261	1	dip	140,0	3
3	01.01.04	04:46:24	161	01.01.04	04:46:24	731	00:00:00.570	1	swell	264,1	4
4	01.01.04	04:46:24	921	01.01.04	04:46:26	91	00:00:01.170	1	dip	138,5	5
5	01.01.04	04:46:27	62	01.01.04	04:46:28	111	00:00:01.049	1	interruption	1,8	7
6	01.01.04	04:46:28	321	01.01.04	04:46:28	640	00:00:00.319	1	interruption	1,9	8
7	01.01.04	04:46:29	90	01.01.04	04:46:29	410	00:00:00.320	1	interruption	2,0	9
8	01.01.04	04:46:26	642	01.01.04	04:46:29	739	00:00:03.097	1	dip	12,0	6
9	01.01.04	04:46:30	258	01.01.04	04:46:30	598	00:00:00.340	1	interruption	1,8	11
10	01.01.04	04:46:29	988	01.01.04	04:46:30	967	00:00:00.979	1	dip	12,3	10
11	01.01.04	04:46:31	27	01.01.04	04:46:31	797	00:00:00.770	1	swell	292,3	12
12	01.01.04	04:46:32	707	01.01.04	04:46:32	939	00:00:00.232	1	interruption	2,1	14
13	01.01.04	04:46:33	548	01.01.04	04:46:33	876	00:00:00.328	1	interruption	2,0	15
14	01.01.04	04:46:31	857	01.01.04	04:46:34	256	00:00:02.399	1	dip	12,1	13
15	01.01.04	04:46:34	676	01.01.04	04:46:34	987	00:00:00.311	1	interruption	1,9	17
16	01.01.04	04:46:34	376	01.01.04	04:46:35	356	00:00:00.980	1	dip	13,9	16
17	01.01.04	04:46:35	936	01.01.04	04:46:36	247	00:00:00.311	1	interruption	1,8	19
18	01.01.04	04:46:35	606	01.01.04	04:46:36	984	00:00:01.378	1	dip	12,2	18
19	01.01.04	04:46:37	484					1	dip	192,9	20
20	01.01.04	04:46:19	930					2	interruption	0,8	0
21	01.01.04	04:46:19	930					3	interruption	1,0	1

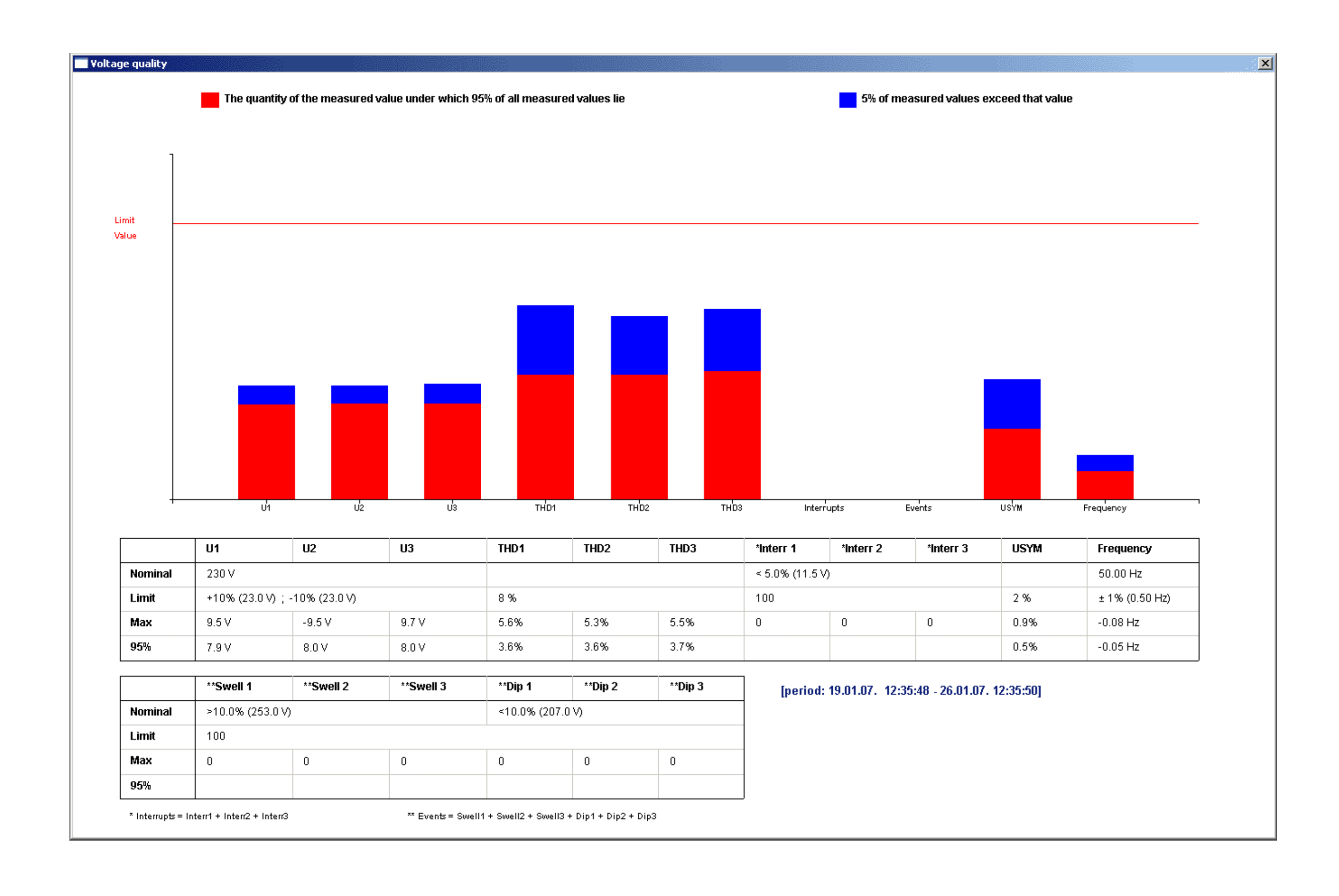
Abb. 16.14: Spannungsereignisse

Die Tabelle kann durch den Menübefehl *Bearbeiten – Daten kopieren* in die Zwischenablage kopiert werden.

16.6.8 Spannungsqualität

Die Funktion "Spannungsgüte" stellt gemessene Daten entsprechend dem Protokoll der EN 50160 dar. Im oberen Teil des Bildschirms werden die Daten grafisch dargestellt. Jeder Balken (außer denen für Ereignisse und Unterbrechungen) ist in einen roten und einen blauen Bereich aufgeteilt. Der rote Bereich stellt die gemessenen Datenvariationen für 95 % der Zeit dar, der blaue für den Rest der Zeit (5 %). Zusammen stellen sie die Variationen der Messdaten für die gesamte Aufzeichnungsperiode dar.
In der Tabelle sind die Variationen numerisch dargestellt. Für jedes Messdatum sind folgende Daten verfügbar:

- Grenzwert: Absoluter Grenzwert nach EN 50160, der während 95 % der Zeit nicht überschritten werden sollte
- Max: Maximaler Messwert während 100 % der Zeit
- 95%: Gemessene Datenvariation für 95 % der Aufzeichnungszeit (Beachten Sie, dass 95 % aller Messungen unter dem gegebenen Schwellwert liegen.)



	U1	U2	U3	THD1	THD2	THD3	*Interr 1	*Interr 2	*Interr 3	USYM	Frequency
Nominal	230 V						< 5.0% (11.5 V)				50.00 Hz
Limit	+10% (23.0 V) ; -10% (23.0 V)			8 %			100			2 %	± 1% (0.50 Hz)
Max	9.5 V	-9.5 V	9.7 V	5.6%	5.3%	5.5%	0	0	0	0.9%	-0.08 Hz
95%	7.9 V	8.0 V	8.0 V	3.6%	3.6%	3.7%				0.5%	-0.05 Hz

	**Swell 1	**Swell 2	**Swell 3	**Dip 1	**Dip 2	**Dip 3
Nominal	>10.0% (253.0 V)			<10.0% (207.0 V)		
Limit	100					
Max	0	0	0	0	0	0
95%						

[period: 19.01.07. 12:35:48 - 26.01.07. 12:35:50]

* Interrupts = Interr1 + Interr2 + Interr3 ** Events = Swell1 + Swell2 + Swell3 + Dip1 + Dip2 + Dip3